Techn. 118 tp
610
Karmarsch
Kkl.
VIII
405

Bayerische Staatsbibliothek
<36651632150013

~~Halbband 20.~~ 5 fl. ö. W. = 10 M.

Karmarsch und Heeren's Technisches Wörterbuch

10 Ultramarin-Wurmrinde

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Dritte Auflage

ergänzt und bearbeitet

von

Kick und Gintl

Professoren an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag.

Prag, 1889.

Verlag von A. Haase.

Mit über 5000 in den Text gedruckten Abbildungen.

Karmarsch & Heeren's

Technisches Wörterbuch.

Dritte Auflage

ergänzt und bearbeitet von

Friedr. Kick, und **Dr. Wilh. Gintl,**

k. k. Reg.-Rath u. ord. Prof. der mech. Technologie, ord. Professor der Chemie,

an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag.

Bisher haben mitgewirkt oder ihre Mitwirkung zugesagt die Herren:

Ahrendts Max, Bauinspector.
Alter C., Brennerei-Ingenieur.
Archleb J., Fabriksdirector.
Balling C., Professor.
Bellani Fr., Gussmeister.
Benade C., Fabriksleiter.
Benedikt F., Inspector.
Beniščhek Jos., Architekt.
Berkowitsch A., Ingenieur (†).
Böck R., Professor.
Brandeis F., Fabrikant.
Brandeis Rich., Chemiker.
Brauer E., Professor.
Brick Joh., Professor.
Brunner A., Ingenieur.
Bünzli Arn., Fabriksdirector.
Bussler, Director.
Czuber Em., Professor.
Deinlein C., Ingenieur.
Dietzschold C., Director.
Dörfel Rudolf, Professor.
Donath E., Adjunct.
Dwořaček J., Director.
Eitner W., Vorst. d. Versuchsst. f. Gerb.
Ernst C. Ritter *v.*, Reg.-Rth., Director.
Fassel J., k. k. Oberingenieur.
Fiedler Carl, Schuhmacher.
Fischer Hugo, Professor.
Gebauer Otto, Gen.-Dir.-Rath d. ö. Staatsbahnen.
Gintl Dr. *Heinr.*, Eisenb.-Central-Inspector.
Gollner H., Professor.
Grenzner C., Brauerei-Ingenieur.
Grohmann H., Professor.
Hamerschlag G., Ingenieur.
Harlacher A. R., Professor.
Hartig Dr. *Ernst*, G. Reg.-Rth., Professor.
Haswell Rob. L., Ingenieur (†).
Hauer Jul. Ritter v., Professor.
Hausding A., Ober-Ingenieur.
Hausner J., k. k. Major.
Haussner Alfred, Dipl. Ing., Docent.
Herrmann Wilh., Ingenieur.
Hlasiwetz Dr. *H.*, Hofrath, Professor (†).
Hollenberg A., Hütten-Ingenieur.
Hoyer E., Professor.
Huber Ulrich, Ingenieur.
Hütner Ferd., k. k. Oberingenieur.
Ihl A., Professor.
Janowsky J., Professor.
Jüptner H. Fr. v., Hüttenchemiker.
Kässner B., Ingenieur.
Kielmeyer Dr. *E.*, Colorist.
Kögler Emil, Chemiker.
Kohlfürst L., Ober-Ingenieur.
Kohn Moritz, Ingenieur.
Kraft Max, Professor.
Küpper Carl, Professor.
Kulmer Rudolf Freiherr v., Professor.
Lambl Dr., Professor.
Laube Dr. *Gust.*, Professor.
Lieblein Joh., Professor (†).
Lippich Ferd., Professor.
Lorey T., Professor.
Ludwik Cam., Masch.-Fabr.-Director.
Lüdicke A., Professor.
Lutschannig Vic., Ing. u. Professor.
Maiss Dr. *Ed.*, Professor.
Markl A., Director.
Melan Jos., Dipl. Ing., Professor.
Menzel Alois, Inspector.
Mikolaschek, Professor.
Moller J., Fabrikant.
Niess B., Director.
Oldenburger, Ingen. u. Lehrer.
Ott C. v., Director.
Perels Dr. *E.*, Professor.
Peukert W., Adjunct.
Pfuhl E., Professor.
Pichl Dr. *Josef*, Docent.
Polak Ferd., Ingenieur.
Preis C., Professor.
Puchta Dr. *A.*, Professor.
Radinger Joh., Reg.-Rath, Professor.
Reinitzer Dr. *Benj.*, Fabr.-Chem.
Reinitzer Fried., Docent.
Reuter Rich., techn. Chemiker.
Richter J., Professor.
Richter H., Ingenieur.
Riedler A., Professor.
Ringhoffer Em., R. v., Regr.-Rth., Professor.
Rochleder Dr. *Fr.*, Regr.-Rth. Professor (†).
Sablik F., Professor.
Schmidt Gust., Regr.-Rth., Professor (†).
Schneider R., Glashütten-Ingenieur.
Schorlemmer C., Professor.
Schwarz Robert, Dr. d. Chemie (†).
Serlo Dr. *Alb.*, Ob.-Berghauptmann.
Skraup Dr. *Zd.*, Professor.
Specht C., Fabriksdirector.
Stark Franz, Professor.
Steiner Friedrich, Dipl. Ingen., Professor.
Storch Ludwig, k. k. Assistent.
Stübchen-Kirchner Franz, Ingenieur.
Trauzl Isid., k. k. Genie-Hauptmann.
Vogl Dr. *Aug.*, Professor.
Vogler, Dr., Professor.
Vorbach Emil, Hüttenchemiker.
Waltenhofen Dr. *A. von*, Reg.-Rth., Prof.
Waydelin, Fabriks-Director.
Weis Karl, Chemiker.
Wellner Georg, Professor.
Wersin Karl von, kais. Rath., Professor (†).
Willigk Dr. *E.*, Professor (†).
Winiwarter G. R. v., Fabrikant.
Wunder Dr. *G.*, Gewerbeschuldirector.
Zeller Josef, Ingenieur.
Zenger, Dr., Professor.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

TECHNISCHES LEXIKON

für

Gewerbe und Industrie.

Herausgegeben von

Friedrich Kick,
k. k. Reg.-Rath u. ord. Prof. der mech. Technologie,

Dr. Wilhelm Gintl,
ordentl. Professor der Chemie,

an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag

unter Mitwirkung von:

Ahrendts Max, Bauinspector;
Alter C., Brennerei-Ingenieur;
Archleb J., Fabriksdirector;
Balling C., Professor;
Bellani Fr., Gussmeister;
Benade C., Fabriksleiter;
Benedikt F., Inspector;
Benischek Jos., Architekt;
Berkowitsch A., Ingenieur; †
Böck R., Professor;
Brandeis F., Fabrikant;
Brandeis Rich., Chemiker;
Brauer E., Professor;
Brick Joh., Professor;
Brunner A., Ingenieur;
Bünzli Arn., Fabriksdirector;
Bussler, Director;
Czuber Em., Professor;
Deinlein C., Ingenieur;
Dietzschold C., Director;
Doerfel Rud., Professor;
Donath E., Adjunct;
Dwořaček J., Director;
Eitner W., Vorst. d. Versuchsst. f. Gerb.;
Ernst C. Ritt. v., Reg.-Rth., Director;
Fassel J., k. k. Oberingenieur;
Fiedler Carl, Schuhmacher;
Fischer Hugo, Professor;
Gebauer Otto, Gen.-Dir.-Rth. d. ö. St.-B.;
Gintl, Dr. H., Eisenb.-Cent.-Insp.;
Gollner H., Professor;
Grenzner C., Brauerei-Ingenieur;
Grohmann H., Professor;
Hamerschlag G., Ingenieur;
Harlacher A. R., Professor;
Hartig Dr. Ernst, G. Reg.-R., Professor;
Haswell Robert L., Ingenieur; †
Hauer Jul. Ritter v., Professor;
Hausding A., Ober-Ingenieur;
Hausner J., k. k. Major;
Haussner Alfred, Dipl. Ing., Docent;
Herrmann Wilh., Ingenieur;
Hlasiwetz Dr. H., Hofrath, Professor; †
Hollenberg A., Hütten-Ingenieur;
Hoyer E., Professor;
Huber Ulrich, Ingenieur;
Hütner Ferd., k. k. Ober-Ingenieur;
Ihl A., Professor;
Janowsky J., Professor;
Jüptner H. Frh. v., Hüttenchemiker;
Kässner B., Ingenieur;
Kielmeyer Dr. E., Colorist;
Kögler Emil, Chemiker;
Kohlfürst L., Ober-Ingenieur;
Kohn Mor., Ingenieur;
Kraft Max, Professor;
Küpper Karl, Professor;
Kulmer Rudolf Freiherr v., Professor;
Lambl Dr., Professor;
Laube Dr. Gust., Professor;
Lieblein Joh., Professor; †
Lippich Ferd., Professor;
Lorey T., Professor;
Ludwik Cam., Masch.-Fabr.-Director;
Lüdicke A., Professor;
Lutschannig Vinc., Ing. u. Professor;
Maiss, Dr. Ed., Professor;
Markl A., Director;
Melan Jos., Dipl. Ingen. u. Professor;
Menzel A., Inspector;
Mikolaschek, Professor;
Moller J., Fabrikant;
Niess B., Director;
Oldenburger, Ingenieur u. Lehrer;
Ott C. v., Director;
Perels Dr. E., Professor;
Peukert W., Adjunct;
Pfuhl E., Professor;
Pichl Dr. Josef, Docent;
Polak F., Ingenieur;
Preis C., Professor;
Puchta Dr. A., Professor;
Radinger Joh., Reg.-Rth. u. Professor;
Reinitzer Benj. Dr., Fabriks-Chem.
Reinitzer Friedr., Docent;
Reuter Rich., techn. Chemiker;
Richter J., Professor;
Richter H., Ingenieur;
Riedler A., Professor;
Ringhoffer, R. v. Em., Reg.-R., Prof.;
Rochleder Dr. Fr., Reg.-R., Professor; †
Sablik F., Professor;
Schmidt Gust., Reg.-R., Professor; †
Schneider R., Glashütten-Ingenieur;
Schorlemmer C., Professor;
Schwarz Rob., Dr. der Chemie; †
Serlo Dr. Alb., Ob.-Berghauptmann;
Skraup Dr. Zd., Professor;
Specht C., Fabriksdirector;
Stark Franz, Professor;
Steiner Friedr., Dipl. Ing., Professor;
Storch Ludwig, k. k. Assistent;
Stübchen-Kirchner Franz, Ingenieur;
Trauzl Isid., k. k. Genie-Hauptmann;
Vogl Dr. Aug., Professor;
Vogler Dr. A., Professor;
Vorbach Emil, Hüttenchemiker;
Waltenhofen Dr. A. v., Reg.-R. Prof.;
Waydelin, Fabriksdirector;
Weis Karl, Chemiker;
Wellner Georg, Professor;
Wersin Karl v., kais. Rath, Professor; †
Willigk Dr. E., Professor; †
Winiwarter G. R. v., Fabrikant;
Wunder Dr. G., Gewerbschuldirector;
Zeller Jos., Ingenieur;
Zenger Dr., Professor.

als

3. Auflage von Karmarsch und Heeren's technischem Wörterbuch.

X. Band.

Ultramarin. — Wurmrinde.

Prag 1889.
Verlag von A. Haase.

Karmarsch und Heeren's

TECHNISCHES WÖRTERBUCH.

Dritte Auflage

ergänzt und bearbeitet von

Friedrich Kick,
k. k. Reg.-Rath u. ord. Prof. der mech. Technologie,

Dr. Wilhelm Gintl,
ordentl. Professor der Chemie,

an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag.

Mit über 5000 in den Text gedruckten Abbildungen.

X. Band.

Ultramarin. — Wurmrinde.

Prag 1889.
Verlag von A. Haase.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

K. k. Hofbuchdruckerei A. Haase, Prag.

Ultramarin (*outremer — ultramarin*), Lasurblau. Mit diesem Namen wurde ursprünglich die aus dem Lazurstein (s. d. V pag. 319) hergestellte schön blaue Farbe bezeichnet, welche durch eine besondere Präparation des Minerales gewonnen wurde.

Diese bestand darin, dass die minderwerthigen, als Schmucksteine nicht verwendbaren Stücke in haselnussgrosse Trümmer zerschlagen, diese mit heissem Wasser gewaschen und durch wiederholtes Erhitzen und Ablöschen in mit Essig versetztem Wasser leichter zerreiblich gemacht wurden. Sie wurden nun durch Stampfen in ein gröbliches Pulver verwandelt und dieses sodann, unter Zusatz einer durch Kochen von Honig mit etwas Drachenblut bereiteten dicken Flüssigkeit, zwischen Reibsteinen mit grosser Sorgfalt gemahlen. Der so erhaltene Schlamm wurde getrocknet, hierauf mit einer schwach alkalischen Flüssigkeit, die aus Weiden- oder Weinrebenasche bereitet wurde, befeuchtet, abermals getrocknet und gepulvert. Dieses Pulver wurde sodann in eine aus Terpentin, Colophoninm, Weisspech, Leinöl und gelbem Wachs bereitete Schmelze (*pastello*) eingerührt, die Mischung durch Kneten möglichst homogen gemacht und hierauf noch mit Wasser geknetet und etwa 14 Tage lang unter Wasser bewahrt, das öfter durch neues ersetzt wurde. Die Masse wurde endlich in Tücher eingeschlagen und unter lauwarmem Wasser durch Drücken und Quetschen ausgeschlämmt, die gewonnenen Schlämmwässer wurden durch ruhiges Stehen absetzen lassen und der abgelagerte feine Schlamm endlich auf Seihtüchern gesammelt und getrocknet. Man erhielt bei diesem Verfahren verschiedene Schlämmproducte, von welchen die ersteren nicht brauchbar waren, während die mittleren die dunkelste und feinste Farbe, die letzten eine hellere Farbe lieferten (Ultramarinasche).

Der hohe Preis der auf solche Weise hergestellten Farbe, von der das Pfund, je nach dem Feinheitsgrade und der Reinheit und Tiefe der Farbe, zwischen 60 und 300 Thl. bezahlt wurde, regte natürlich die verschiedensten Versuche an, diese Farbe künstlich nachzumachen. Einer solchen künstlichen Herstellung der Farbe suchte man vor Allem durch Untersuchung des natürlichen Ultramarins und Ermittlung der Ursache der blauen Färbung des Lazursteins näher zu kommen. Nachdem Markgraff (1768) die ursprüngliche Annahme, dass die Färbung von Kupfer herrühre, widerlegt und in einem von ihm im Ultramarin aufgefundenen Eisengehalte das färbende Princip gesucht hatte, und nach ihm Guyton de Morveau die Ansicht aufgestellt hatte, dass die Färbung von Schwefeleisen herrühre, gelangten Clément und Desormes bei ihren Untersuchungen des Ultramarins (1806) zu der Erkenntniss, dass der Eisengehalt nur ein nebensächlicher Bestandtheil des Ultramarins sei, und dass dieses um so weniger davon enthält, je reiner seine Farbe ist, und trugen durch ihre Arbeiten wesentlich zu der Förderung des Gedankens an die Möglichkeit der künslichen Herstellung dieser Farbe bei. Zu jener Zeit war es bereits bekannt, dass mehrfach bei Schmelzprocessen dem Ultramarin ähnliche blaue Massen sich zufällig gebildet hatten, aber mit Sicherheit wurde erst von Vauquelin eine im Jahre 1814 beim Einreissen eines Sodaofens von Tessaërt gefundene Masse als Lazurstein erkannt. Die hiedurch ausser Zweifel gestellte Möglichkeit der künstlichen Bildung des Ultramarins, die durch Beobachtung der Bildung ähnlicher Massen in Oefen von Seiten Kuhlmanns und Herrmanns eine weitere Stütze fand, veranlasste die Société d'encouragement im Jahre 1824 zur Ausschreibung eines Preises von 6000 Frc. für die Auffindung eines Verfahrens zur künstlichen Herstellung des Ultramarins mit der Bedingung, dass der Verkaufspreis dieses Productes die Höhe von 600 Frc. pro Kilogramm nicht übersteigen dürfe. Bevor noch dieser Preis zuerkannt wurde, hatte u. z. Anfangs des Jahres 1828 Gmelin bereits die Ergebnisse einer von ihm durchgeführten Arbeit und ein Verfahren der Darstellung des Ultramarins veröffentlicht und gebührt demselben unzweifelhaft der Ruhm zuerst die künstliche Fabrication des Ultramarins erfunden zu haben. Im gleichen Jahre wurde Guimet in Toulouse, der der Soiciété d'encouragement ein von ihm, nach einer geheim gehaltenen Methode dargestelltes Ultramarin vorgelegt hat, der ausgeschriebene Preis von 6000 Frc. zugesprochen und später noch ein Preis von 2000 Frc. an Ferrand ausgezahlt, welcher nach einer gleichfalls nicht bekannt gewordenen Methode eben-

falls Ultramarin gewonnen hatte. Das von Gmelin erfundene Verfahren (vgl. Naturwiss. Abhandlg. der Württemberg'schen Gesellschaft, s. a. Gmelins Handbuch der anorg. Chemie 5. Aufl. II pag. 408) bestand darin, dass Natronlauge mit gefällter Kieselsäure gesättigt und mit aus eisenfreiem Alaun gefällter feuchter Thonerde gemischt wurde, u. z. in dem Verhältnisse von 26 Thonerde auf 31 Theile Kieselsäure, beide wasserfrei gedacht. Das Gemenge wurde zur Trockene verdampft, mit Schwefelblumen gemischt und die Mischung mit dem gleichen Gewichte eines Gemenges von gleichen Theilen trockenem kohlens. Natron und Schwefelblumen innig gemischt, das Ganze in einen Tiegel eingedrückt und nach Herstellung eines dichten Verschlusses durch zwei Stunden im Glühen erhalten, worauf die Masse im verschlossenen Tiegel erkalten lassen und endlich gepulvert wurde. Das so gewonnene schmutzig grüngelbe Pulver wurde sodann unter Luftzutritt in porösen Tiegeln langsam geröstet, und nachdem es hiebei eine blaue Farbe angenommen hatte, gewaschen und geschlämmt. Gmelin hatte übrigens auch statt des Gemenges von Kieselerde und Thonerde Porzellanthon zu Herstellung des Ultramarins in Verwendung gezogen, ohne jedoch hiebei ein bruchbares Product zu erhalten, während bei späteren Versuchen Anderer der Porzellanthon sich als sehr gut verwendbares Rohmateriale für die Ultramarinerzeugung erwies und gegenwärtig das allgemein verwendete Ausgangsmateriale für die Darstellung des Ultramarins ist. Die fabriksmässige Darstellung von Ultramarin wurde zuerst von Guimet in seiner in Frankreich errichteten Fabrik betrieben, wobei derselbe ein nicht genauer bekannt gewordenes, aber dem Gmelin'schen durch grössere Einfachheit überlegenes Verfahren anwendete. Derselbe hatte lange Zeit das Monopol für dieses Product, das anfänglich zu 600 Frc. per Kilo verkauft wurde, aber sehr bald im Preise so erheblich sank, dass es 1831 nur mehr im Preise von 30 Frc. stand. 1834 wurde von Leverkus zu Wermelskirchen bei Köln die erste Ultramarinfabrik Deutschlands errichtet, der 1838 die Fabrik von Leykauf und Heine in Nürnberg und bald darauf andere Fabriken in Frankreich folgten. Leykauf gebührt das Verdienst ein auf Grund der Arbeiten Gmelins ausgebildetes bewährtes Verfahren erfunden zu haben.

Während das natürliche Ultramarin stets dieselbe charakteristische, reine und tief blaue Farbe aufweist ist das künstlich dargestellte Ultramarin in seiner Färbung keineswegs vollkommen gleichartig und unterscheidet sich von dem natürlichen überdies noch dadurch wesentlich, dass letzteres stets den gleichen Grad von Beständigkeit gegen die Einwirkung von Alaunlösung und Essigsäure hat, während die künstlich dargestellten Ultramarinsorten nicht nur in Bezug auf ihre Farbnuance und Farbentiefe, sondern auch in Bezug auf den Grad der Widerstandsfähigkeit gegen Alaun (Alaunfestigkeit), sowie gegen schwache Säuren auffällige Verschiedenheiten zeigen. Man kann in Bezug auf die Farbverschiedenheiten wesentlich folgende Sorten künstlichen Ultramarins unterscheiden:

1. Tiefblaues Ultramarin von einer dem natürlichen am nächsten kommenden Farbe und diesem im Verhalten am ähnlichsten.

2. Hellblaues Ultramarin von lebhaftem Glanze und in's Grünliche nuancirter Farbe.

3. Tiefblaues, violett oder röthlich nuancirtes Ultramarin.

4. Grünes Ultramarin: *a)* von rein grüner Nuance, *b)* von gelblichgrüner Nuance, *c)* von blau-grüner Nuance.

Ausser diesen praktisch wichtigsten Sorten kann man noch die in neuerer Zeit dargestellten Fabricationsspecialitäten u. zw. das violette Ultramarin, dann das rothe Ultramarin und das gelbe Ultramarin als selbständige Sorten unterscheiden, während das wohl auch als besondere Sorte angeführte weisse Ultramarin nur als Zwischenproduct der Fabrication insofern in Betracht kommt, als es das bei den gegenwärtig gebräuchlichen Fabricationsmethoden zunächst entstehende Product ist, aus dem sich erst im weiteren Verlaufe des Processes die farbigen Verbindungen bilden. Bei dieser Vielfärbigkeit der Producte ist der Name Ultramarin, der ursprünglich die blaue Farbe des Lazursteins bezeichnete, nur im übertragenen Sinne auf diese künstlich dargestellten Farbkörper anwendbar und hat zur Bezeichnung derselben nur insofern eine Berechtigung, als er als Sammelname für eine Gruppe von auf wesentliche gleichartige Weise und aus gleichartigen oder doch ähnlichen Materialien dargestellten Farbstoffen gebraucht wird.

In Bezug auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften zeigen die verschiedenen Sorten des Ultramarins mannigfache Verschiedenheiten, sowohl unter-

einander als auch gegenüber dem natürlichen Ultramarin. Zunächst ist bemerkenswerth das verschiedene Verhalten derselben beim Vermischen mit Zinkweiss. Verreibt man die rein blauen oder grünlich-blauen Ultramarinsorten mit Zinkweiss, so erhält man Gemenge, welche proportional der Grösse des Zusatzes an Weiss eine hellere Färbung zeigen, also gewissermassen eine Verdünnung ihrer Farbe erfahren, während die ins Violette oder Röthliche nuancirten Ultramarine beim Verreiben mit selbst wenig Zinkweiss ihre Farbe fast vollständig verlieren. Diese Erscheinuug tritt jedoch keineswegs auch auf, wenn die Vermischung mit einem anderen weissen Pulver, z. B. Barytweiss, Gyps, Talk, Kreide oder dgl. vorgenommen wird, da solche Zusätze lediglich ein im Vershältnisse der Höhe des Zusatzes zunehmendes Verblassen der Farbe bei vollkommener Erhaltung des Farbentones, keineswegs aber eine Vernichtnng der Farbe bewirken.

Im Wasser sind alle Ultramarinsorten unlöslich, durch Säuren, selbst Essigsäure werden alle künstlichen Ultramarine zersetzt und entfärbt. Ebenso bringen saure Salze, wie z. B. Alaunlösung, gegen welche natürliches Ultramarin, ebenso wie gegen Essigsäure völlig indifferent ist, Zersetzung und also Zerstörung der Farbe der künstlichen Ultramarine hervor, doch sind nicht alle Ultramarinsorten gleich empfindlich gegen diese Einwirkung, sofern die durch einen höheren Kieselsäuregehalt ausgezeichneten röthlich oder violett nuancirten Ultramarine der Einwirkung einer Alaunlösung viel länger Widerstand leisten und erst nach längerer Dauer der Einwirkung, z. B. einer Alaunlösung, sich entfärben, während die kieselsäurearmen, rein blauen und blaugrünen, sowie grünen Ultramarinsorten durch Alaunlösung sehr rasch zersetzt und entfärbt werden. Man kann die Ultramarinsorten nach Massgabe dieses Verhaltens in alaunfeste (solche, die sich erst nach längerer Zeit, etwa $^1/_2$ Stunde mit Alaunlösung entfärben) und nicht alaunfeste unterscheiden und in Bezug auf dieses Verhalten zugleich die Beobachtung machen, dass die violett nuancirten Ultramarine bei Einwirkung von Alaunlösung sich zuerst rein blau färben, dann einen grünlichen Ton annehmen und dann erst zerstört werden, während die röthlichblauen Ultramarine ihre ursprünglich Farbnuance bis zur Zerstörung unverändert beibehalten.

Alle Ultramarinsorten sind ferner sehr beständig gegen Einwirkung von schwachen basischen Körpern (Seife, Kalk u. dgl.) und vollkommen licht- und luftecht. Sie sind, wenn frei von accessorischen Verunreinigungen, vollkommen geruchlos und geschmacklos.

In der Hitze sind sie schwer schmelzbar und liefern eine farblose Schmelze während vor Eintritt des Schmelzprocesses ihre Farbe Anfangs mehr oder weniger erhalten bleibt und erst bei Rothgluth verschwindet. In schmelzendem Borax lösen sie sich zu einem farblosen Glasflusse auf. Salzsäure zersetzt alles Ultramarin (auch das natürliche) unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff und Verbreitung eines specifischen anderen Geruches sofort, und liefert eine trübe, gelatinöse Flüssigkeit, die ausgeschiedenen Schwefel in feinvertheilter Form enthält. Die gelatinöse Beschaffenheit der Flüssigkeit wird durch ausgeschiedenes Kieselsäurehydrat bedingt. Metalle oder Metallverbindungen, welche sich leicht mit Schwefel verbinden (metallisches Silber, Quecksilber, Silbernitrat, bas. essigs. Blei) zersetzen das Ultramarin unter Bildung von Schwefelmetall allmälig vollkommen, namentlich bei gleichzeitiger Einwirkung von Temperaturerhöhungen. Auch beim Schmelzen mit Alkalien wird die Farbe zerstört. Chlor wirkt bei höherer Temperatur auf grünes Ultramarin so, dass Blaufärbung eintritt; blaues färbt sich blauviolett, violettes rosa. Bei starker Temperaturerhöhung bringt Chloreinwirkung stets Entfärbung hervor.

Beim Erhitzen, unter Ausschluss der Luft, gibt das Ultramarin zuerst etwas Schwefel ab, entwickelt weiters (nach Stölzel) Spuren von Schwefelsäuredampf und verliert endlich seine Farbe, eine graue Masse hinterlassend, welche mit Salzsäure Schwefelwasserstoff entwickelt. Grünes Ultramarin färbt sich beim Erhitzen unter Luftabschluss, bei Rothglühhitze blau mit grünem Stich und hält das so entstandene Blau mehrstündige Feuerwirkung ohne Veränderung aus. Beim

1*

Glühen in einer Atmosphäre von Wasserstoff verliert sowohl das blaue als auch das grüne Ultramarin die Farbe und es hinterbleiben thongraue Massen, welche beim Erhitzen unter Luftzutritt wieder blau werden. Beim Erwärmen mit Kali- oder Natronhydrat geht sowohl blaues als auch grünes Ultramarin in rothes über. Grünes Ultramarin hat die Neigung, bei höherer Temperatur in blaues überzugehen und thut dies insbesondere leicht bei Einwirkung von schwefliger Säure in höheren Temperaturen, also namentlich auch beim Erhitzen im Gemenge mit Schwefel unter Luftzutritt.

Die Zusammensetzung des Ultramarins ist keineswegs eine vollkommen constante, sondern wechselt innerhalb gewisser, allerdings bei gleicher Qualität nicht sehr weiter Grenzen. Als wesentliche Bestandtheile enthalten alle Ultramarinsorten Thonerde, Kieselsäure, Natron und Schwefel, als accessorische, überdies auch Schwefelsäure, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Kali, sowie niedere Oxydations-Stufen des Schwefels, doch steht es kaum mehr in Zweifel, dass diese letzteren Bestandtheile keinen Antheil an der Wesenheit des Ultramarins haben. Im Allgemeinen kann man zwei Haupttypen der Zusammensetzung blauer Ultramarine unterscheiden u. z. solche, welche einen niedrigen Thonerdegehalt und im Verhältnisse zu diesem höheren Kieselsäuregehalt aufweisen, d. s. die sog. „Kieselsäurereichen Ultramarine“ und solche, welche einen höheren Thonerdegehalt und im Verhältnisse zu diesem niedrigeren Kieselsäuregehalt haben, d. s. die Kieselsäurearmen Ultramarine. Zu den ersteren zählen die röthlich-blauen, violetten und rothen, sowie manche grün-blauen Ultramarine, die zugleich einen höheren Grad von Widerstandsfähigkeit gegen Alaunlösung haben (alaunfeste Sorten), zu den letzteren die rein blauen und grünen Ultramarine von geringer Widerstandsfähigkeit gegen Alaunlösung. Weiter kann als Regel angesehen werden, dass die grünen Ultramarine einen höheren Schwefelgehalt haben als die blauen und dass von diesen wieder die kieselsäurereichen auch reicher an Schwefel sind als die kieselsäurearmen.

Sieht man von den accessorischen Gemengtheilen und geringeren Zusammensetzungschwankungen ab, so lässt sich sagen, dass sich für die beiden Haupttypen der Ultramarinzusammensetzung bezüglich des Verhältnisses des Thonerdegehaltes zur Kieselsäure und andererseits des Schwefelgehaltes nahezu constante Werthe ergeben, u. z. ist das Verhältniss der Thonerde zur Kieselsäure bei den kieselsäurereichen (röthlichen) Ultramarinsorten = 100 : 170, bei den kieselsäurearmen (rein blauen) Sorten = 100 : 128, das Verhältniss des Schwefelgehaltes in den kieselsäurereichen Sorten wie 100 : 14, in den kieselsäurearmen Sorten wie 100 : 8. Diese beiden Zusammensetzungstypen repräsentiren aber gewissermassen Extreme, zwischen denen die verschiedensten Zwischenstufen liegen, welche ebenso vielen Qualitätsverschiedenheiten entsprechen, wobei es übrigens nicht entschieden ist, ob nicht auch Producte darstellbar sind, welche, in der rein gedachten Ultramarinsubstanz, noch unter das angegebene Minimalverhältniss fallen oder über das Maximalverhältniss hinausgehen. Bemerkt muss noch werden, dass jedes Ultramarin noch einen höheren oder geringeren Gehalt an unzersetztem Thonerdesilicat (Thonsubstanz) hat und dass dieser in den kieselsäurereichen Sorten im Allgemeinen höher ist, als in den kieselsäurearmen. Auch in Bezug auf den Natrongehalt, der in allen gewöhnlichen Ultramarinen den etwa auch vorhandenen Kaligehalt weit überwiegt, zeigen die kieselsäurereichen Sorten Abweichungen von den kieselsäurearmen Sorten, u. z. in dem Sinne, dass in den ersteren der Natrongehalt stets geringer ist als in den letzteren. Wird endlich noch darauf Rücksicht genommen, wie gross die Menge des bei der Einwirkung von Säuren aus dem Ultramarin in Form von Schwefelwasserstoff ausscheidenden Schwefel ist, so ergibt sich, dass der Gehalt an diesem in den grünen Ultramarinen am grössten und der kieselsäurereichen violetten Sorten aber gewöhnlich am geringsten ist.

Die folgende Zusammenstellung von Analysen gibt eine Uebersicht über die Zusammensetzung verschiedener Ultramarinsorten.

Bestandtheilsmengen	Ultramarin-grün (nach Hoffmann)	Ultramarin-blau (nach Hoffmann)	Ultramarin-violett (nach Dollfus u. Goppelsröder)	Ultramarin röthlichblau (nach Hoffmann)	Ultramarin reinstes von Büchner (nach Hoffmann)	Ultramarin rein blau, kieselarm (nach Hoffmann)	Ultramarin-blau, kieselreich (nach Philipp)
Kieselsäure	38·52	37·77	43·80	40·77	39·61	38·55	37·66
Thonerde .	28·94	29·54	23·85	23·74	23·95	29·89	23·58
Natron . .	21·36	21·61	17·23	18·54	19·15	21·89	19·55
Schwefel . im Ganzen	8·30 3·82 als Schwefelwasserstoff	7·87 1·51 als SH_2	12·37 2·5 als SH_2	13·58	13·10	8·27	11·38
Kali . . .	1·32	1·38	—	0·83	1·04	1·21	0·97
Thonrückstand . .	1·94	2·11	4·54	3·61	4·81	1·87	5·38

Philipp (vgl. Ber. d. d. chem. Ges. 9 pag. 1109 und 10 pag. 1227) fand folgende Zusammensetzungsverhältnisse:

	Kieselsäure	Thonerde	Natron	Schwefel	Kali	Thonrückstand	Wasser
Grünes Ultramarin .	37·12—37·52	29·96—29·77	22·43	7·91	0·91	1·30	1·01
Blaues Ultramarin kieselarm	36·16—36·02	28·93—28·69	21·11—20·55	5·69—6·42	0·87—1·30	2·86	2·15
Blaues Ultramarin kieselreich	37·06—37·66	23·60—23·58	19·55	11·38	0·97	5·38	0·78

Die Fabrication des Ultramarins wird gegenwärtig allgemein nach zwe principiell verschiedenen Verfahrungsweisen betrieben, deren eine auf der Anwendung von Kaolin, Soda, Schwefel und Kohle als Rohmaterialien, die andere auf der Anwendung von Kaolin, schwefelsaurem Natron und einem Reductionsmittel als Ausgangsmaterialien beruht. Die Producte der ersteren Art werden Sodaultramarine, die der letzteren Art Sulfatultramarine genannt, doch stellt man vielfach auch Ultramarine dar, welche sowohl unter Anwendung von Soda als auch vom schwefelsauren Natron und einem Reductionsmittel hergestellt werden, also Zwischensorten zwischen reinem Sodaultramarin und Sulfatultramarin sind. Uebrigens kann die Soda, bezw. das Glaubersalz auch z. Thl. durch Schwefelnatrium ersetzt werden.

Nach den ältesten Vorschriften für Ultramarinfabrication wurden auch andere Rohmaterialien verwendet.

So soll nach der Vorschrift von Tiremon (vgl. Journ. f. pract. Chemie 26 pag. 310) 1075 Thl. Krystallsoda im Krystallwasser geschmolzen, dann 5 Thl. rothes Schwefelarsen und gefälltes Thonerdehydrat (7 Gew.-Thl. trockener Thonerde entsprechend) und endlich ein Gemenge von 100 Thl. feinvertheiltem Thon und 221 Thl. Schwefelblumen eingerührt, die Masse zur Trockene verdampft und in einem Tiegel zum Rothglühen erhitzt werden, worauf die Masse nach dem Erkalten durch Abrösten von dem Ueberschusse an Schwefel befreit und mit kaltem Wasser ausgewaschen wird, um endlich getrocknet zu werden. Das so erhaltene blaugrüne Pulver wird endlich durch Rösten in bedeckten Schalen blau gebrannt.

Nach einer Vorschrift von Prückner (vgl. Prechtl Encyclopädie Bd. 19 pag. 508) werden 100 Thl. Glaubersalz (schwefels. Natron) mit 33 Thl. Holzkohle und 10 Thl. zerfal-

lenen Kalk geglüht, die Schmelze in Wasser gelöst, die Lösung mit Schwefel gesättigt und sodann bis etwa zur Syrupsdicke verdampft, worauf derselben 25 Proc. gewaschenen feuchten Thons, dann $^1/_2$—1 Proc. Eisenvitriol zugesetzt und die Masse zur Trockene gebracht und endlich in Muffeln $^3/_4$ Stunden lang unter Luftzutritt geglüht wird. Die erkaltete Masse wird ausgewaschen, getrocknet und nochmals unter Luftzutritt solange einer schwachen Rothglühhitze ausgesetzt, bis sie schön blau geworden ist.

Brunner (vgl. Dingl. pol. Journ. 100 pag. 266) schreibt vor: 70 Thl. Kieselerde, 240 Thl. gebrannter Alaun, 48 Thl. Kohlenpulver, 144 Thl. Schwefelblumen und 240 Thl. Soda innig zu mengen, fein zu vermahlen und das Gemenge in einem bedeckten Tiegel $1^1/_2$ Stunde lang bei Rothglühhitze zu erhalten. Die erhaltene röthlich-gelbe lockere Masse wird nach dem Erkalten ausgelaugt, getrocknet und mit der gleichen Gewichtsmenge Schwefel und der $^1/_2$fachen Menge von calcinirter Soda gemengt, nochmals geglüht, gewaschen, getrocknet und dieselbe Operation des Glühens mit Schwefel und Soda in gleicher Weise wiederholt, worauf das gewaschene Product, mit Schwefel gemengt, in dünner Schichte auf Eisenplatten erhitzt wird und diese Behandlung so oftmals wiederholt wird, bis man die gewünschte blaue Färbung erhält.

Die gegenwärtig gebräuchlichen Verfahrungsarten gehen alle darauf hinaus, Mischungen von Kaolin, Glaubersalz und Kohle, oder von Kaolin, Soda, Schwefel, Glaubersalz und Kohle oder endlich von Kaolin, Soda, Infusorienerde (Kieselguhr), Schwefel und Kohle, wobei die Kohle zum grösseren oder geringeren Theile durch Harz (Colophonium) ersetzt werden kann, herzustellen und diese anhaltend zu erhitzen. Man erhält hiebei aus der erstgenannten Mischung, die zum Brande der Anwendung höherer Hitzegrade bedarf, eine meist etwas gefrittete Masse von grüner Farbe, die nur oberflächlich eine bläuliche Färbung zeigt und geschlämmt directe ein grünes Product (grünes Ultramarin) liefert, das jedoch mit Schwefel unter Luftzutritt geglüht, sich blau färbt.

Die Mischung der zweiten Art, welche sich von der erstgenannten durch einen Zusatz von Soda und Schwefel unterscheidet, bedarf zum Brande einer wesentlich niedriegeren Temperatur und liefert nach dem Erhitzen eine poröse, grüne Masse, welche sich schon während des Erkaltens durch Sauerstoffabsorption zum Theile in Ultramarinblau verwandelt, in das es durch Erhitzen mit Schwefel unter Luftzutritt vollkommen übergeht. Das so erhaltene Ultramarin ist von dem früher besprochenen Producte durch eine wesentlich dunklere Färbung und einen besonderen Farbenreichthum unterschieden, beide Arten von Producten sind jedoch durch Alaunlösung sehr leicht zersetzbar. Mit der Vermehrung des Zusatzes an Soda und Schwefel nimmt die Neigung der geglühten Mischung sich beim Erkalten blau zu färben zu und lässt sich durch Einhaltung eines bestimmten Mischungsverhältnisses ein Gemenge erzielen, das beim ersten Brande Ultramarinblau liefert. Das Gemenge der dritten Art liefert beim Brande stets direct blaues Ultramarin von ausgesprochen röthlicher Nuance, die um so mehr hervortritt, je höher der Zusatz an Kieselguhr (Infusorienerde) ist. Das Product ist alaunfest aber im allgemeinen von geringerer Farbintensität.

Was die Mengenverhältnisse für die Bereitung der Mischungen betrifft, so sind die Vorschriften für diese, soweit solche bekannt geworden sind, sehr verschieden, zumeist werden dieselben als strenges Fabriksgeheimniss bewahrt. Uebrigens sind dieselben, nicht nur ob der verschiedenen Qualität der einzelnen Rohmaterialien, sondern auch ohne Rücksicht auf diese, gewisser Schwankungen fähig ohne dass hieraus ein wesentlicher Einfluss auf die Beschaffenheit des Productes nothwendig sich ergeben würde.

Von bekannt gewordenen Vorschriften für die Gemengebereitung mögen folgende angeführt werden.

Nach Gentele (vgl. Dingl. pol. Journ. 142 pag. 351) werden verwendet für grüne Ultramarine u. z. reines Sulfatultramarin = 100 Thl. Kaolin (wasserfrei) 83—100 Thl. calcin. Glaubersalz, 10 Thl. Kohle. Für blaue Ultramarine u. z. Sodasulfatultramarine = 100 Thl. Kaolin (wasserfrei) 41 Thl. calc. Glaubersalz, 41 Thl. Soda, 17 Thl. Kohle, 13 Thl. Schwefel. Für blaue Ultramarine u. z. reine Sodaultramarine = 100 Thl. Kaolin (wasserfrei), 100 Thl. calc. Soda, 12 Thl. Kohle, 60 Thl. Schwefel. Stass (Bull. soc. industr. de Mulhouse 35 pag. 111) gibt folgendes Mischungsverhältniss an: 100 Thl. Kaolin, 40·5 Thl.

Glaubersalz, 60 Thl. Soda, 48 Thl. Schwefel, 21·6 Thl. Kohle; Robiquet (Ann. Pharm. 10 pag. 91) verwendet ein Gemenge von 2 Thl. Porzellanthon, 3 Thl. Schwefel und 3 Thl. trockenem kohlens. Natron. Fürstenau (Dingl. pol. Journ. 159 pag. 64) empfiehlt 100 Thl. wasserfreien Kaolin, 90 Thl. calcinirte Soda (95 Proc.), 100 Thl. Schwefelblumen, 6 Thl. Harz, 4 Thl. Fichtenkohle, oder (vgl. ebend. 202 pag. 446) 100 Thl. Kaolin, 90—95 Thl. Soda, 110—120 Thl. Schwefel, 10—15 Thl. Harz und 10 Thl. Kohle. Unger (s. ebendas. 212 pag. 301) 100 Thl. Kaolin, 81·8 Thl. Soda (78·4 Proc.) 103·9 Thl. Schwefel und 13 Thl. Harz. Nach Knapp und Ebell (s. ebendas. 229 pag. 69) lassen sich aus Gemengen von 50 Thl. Kaolin, 100 Thl. Soda, 60 Thl. Schwefel und 12 Thl. Kohle bis zu Mischungen aus 25 Thl. Kaolin auf 100 Thl. Soda, 60 Thl. Schwefel und 12 Thl. Kohle, dann aus Gemengen von 100 Thl. Kaolin, 100 Thl. Soda, 60 Thl. Schwefel, 12 Thl. Kohle und 10—20 Thl. Kieselguhr brauchbare Ultramarine erzeugen.

Im Allgemeinen gelten für das einzuhaltende Mischungsverhältniss folgende zuerst von Gentele ausgesprochene Grundsätze: 1 Die Menge des anzuwendenden Natronsalzes ist so zu wählen, dass durch das vorhandene Natron (sei es als Sulfat oder als kohlens. Salz vorhanden), die Hälfte der Kieselsäure neutralisirt werden kann, 2. das Verhältniss vom Natron zum Schwefel ist so zu gestalten, dass sich eine gewisse Menge von Mehrfachschwefelnatrium bildet. Nach Guckelberger (s. Liebig's Ann. 213 pag. 182) bildet für 100 Thl. Thon oder eine Mischung von Thon mit Kieselerde, welche 57—58 Proc. der letzteren enthält, 75 Thl. Soda das Minimum des Zulässigen, 90 Thl. sind eben entsprechend, für 100 Thl. Thon mit 53—54 Thl. Kieselsäure sind 80 Thl. Soda genügend, 90 Thl. Soda ein Ueberfluss.

Was die an die einzelnen Rohmaterialien zu stellenden Anforderungen anbelangt, so sind folgende wesentliche Bedingungen zu erfüllen. Der anzuwendende Kaolin soll nicht mehr als 1 Proc. Eisenoxyd enthalten und soll in dem Verhältnisse des Kieselsäuregehaltes zu jenem an Thonerde der Formel $4Al_2O_3 + 9SiO_2$, wenn es sich um Erzeugung von farbkräftigem nicht alaunfestem Ultramarin handelt, und der Formel Al_2O_3, $3SiO_2$, wenn es sich um Herstellung alaunfester Waare handelt, möglichst nahe kommen, da nach Fürstenau (s. Dingl. pol. Journ. 219 pag. 269) nur diese beiden Silicate zur Darstellung von Ultramarin geeignet sind und je nachdem sie mit zweifach oder mit fünffach Schwefelnatrium behandelt werden, hellere oder dunklere Ultramarine liefern. So liefert das erstgenannte Sillcat mit zweifach Schwefelnatrium ein rein hellblaues, mit fünffach Schwefelnatrium ein rein dunkelblaues Ultramarin, beide nicht alaunfest, während das zweite Silicat mit zweifach Schwefelnatrium ein helles etwas missfärbig röthliches Ultramarin, mit fünffach Schwefelnatrium aber ein schön dunkel violettblaues, sehr farbkräftiges Ultramarin, beide alaunfest, liefert. Kaoline von einem anderen Verhältnisse des Thonerde- und Kieselsäuregehaltes liefern Producte von ungleicher Qualität und unter Umständen schmutziger, bez. trüber Farbe. Wo Kaoline von der gewünschten Zusammensetzung nicht verfügbar sind, kann man eine Correctur des Zusammensetzungsverhältnisses durch Zusatz von Kieselsäure, sei es in Form von gemahlenem Quarzsand oder Infusorienerde vornehmen. Als Ersatz für Kaolin kann man auch weissen Thon von entsprechender Zusammensetzung, bez. unter Correctur seiner Zusammensetzung anwenden. Von besonderer Wichtigkeit ist, dass das anzuwendende Kaolin- oder Thonmateriale frei ist von Beimengungen unverwitterten Gesteines, das selbst, wenn es noch so fein vertheilt ist, leicht trübe, schmutzige Farben liefert. Wo solcher Kaolin oder Thon nicht zur Verfügung steht, ist durch sorgfältiges Schlämmen alles Unverwitterte auszuscheiden. Zur Verwendung ist der Kaolin durch schwaches Glühen von seinem Wassergehalte zu befreien und sodann fein zu pulvern. Dieses Pulverisiren geschieht entweder mittelst Pochwerken oder auf Quetschmühlen, bez. Kollergängen, worauf durch Sieben, bez. durch Schlämmen die Scheidung von den beigemengten fremden Mineralfragmenten bewirkt wird.

Soda wird im entwässerten (calcinirten) Zustande angewendet, ebenso das Glaubersalz. Für das Mischungsverhältniss kann als Regel gelten, dass auf $4 Al_2O_3 + 9 SiO_2$, 4 Moleküle kohlensaures Natron (wasserfrei) neben 7 Atomen Schwefel und 4 Atomen Kohlenstoff zu verwenden sind, wenn rein blaues Ultramarin hergestellt werden soll, das nicht alaunfest ist, während für alaunfeste, röthliche Ultramarine, die Mischung der Formel Al_2O_3, $3 SiO_2 + 4 Na_2CO_3$, 8 Kohle und 16 Thl. Schwefel entsprechen soll, wobei der Gehalt an Na_2CO_3 höchstens, und zwar auf Rechnung der Farbkräftigkeit, bis auf 3 Moleküle herabgehen kann. Bei der ersteren Mischung für nicht alaunfestes Ultramarin kann man die Soda theilweise oder zur Gänze durch Glaubersalz ersetzen, wenn man soviel Kohle zur Mischung zusetzt als nöthig, um Glanbersalz vollkommen zu Schwefelnatrium zu reduciren, doch sind die so dargestellten Ultramarine zumeist sehr hellfärbig und wenig ausgiebig.

Soda sowie Glaubersalz sind in feingemahlenen Zustand zu versetzen. Ein Theil der Soda sowie des Glaubersalzes kann durch Schwefelnatrium ersetzt werden, wie solches als Nebenproduct im Verlaufe des Ultramarinfabricationsprocesses u. z. beim Auslaugen der gebrannten Ultramarinmasse resultirt und durch Abdampfen der ersten Waschflüssigkeit in Eisenkesseln und Vermahlen des Trockenrückstandes direct verwendbar gemacht werden kann. Man hat bei Anwendung von Schwefelnatrium jedoch zu berücksichtigen, dass dasselbe wesentlich ausgiebiger ist als Soda und namentlich als Glaubersalz und kann es als Regel gelten, dass 100 Thl. Schwefelnatrium 125 Thl. Soda und 166·6 Thl. Glaubersalz ersetzen können.

Der Schwefel wird entweder in Form von Stangenschwefel oder raffinirt verwendet und gleichfalls in feines Mehl verwandelt, die Kohle wird vortheilhaft und für feinere Ultramarinsorten stets nur in Gestalt von Holzkohle verwendet, die zu feinem Mehl vermahlen ist und nur für ordinäre Sorten nimmt man Steinkohlen, zumal dann, wenn nicht ganz besonders aschenarme Qualitäten derselben zur Verfügung stehen. Häufig und nicht ohne Vortheil ersetzt man die Kohle durch Harz in Gestalt von Colophonium, bei dessen Anwendung man auch der Nothwendigkeit überhoben ist, dasselbe zu pulvern, da die leichte Schmelzbarkeit desselben auch bei Anwendung grösserer Brocken eine gleichmässige Durchtränkung bezw. innige Vermischung des Gemenges der übrigen Materialien mit der geschmolzenen Harzmasse sichert.

Im Uebrigen kommt alles darauf an, dass die zur Bereitung des Ultramarinsatzes zu verwendenden Rohmaterialien im Zustande feinster Vertheilung angewendet und dass sie mit einander zu einer völlig innigen Mischung gebracht werden, da andernfalls ein gleichmässiges Product nicht zu erzielen ist. Zur Vornahme der Mischung empfiehlt es sich, dass man die vorher bereits fein vertheilten Materialien in kleineren Posten abgewogen zusammenbringt und durch systematisches Durchschaufeln und wiederholtes Durchschlagen durch mittelfeine Siebe in innigster Weise mischt oder dass man die vorverkleinerten Materialien im richtigen Mischungsverhältnisse auf Haufen zusammenschüttet, mehrmals durchschaufelt und hierauf auf Trockenmühlen (ganz nach Art gewöhnlicher Getreidemühlen eingerichtet) zu einem gleichmässigen Pulver vermahlt, das sich zwischen den Fingern ganz mehlig anfühlt. Auch Mischtrommeln kann man zu der Mischarbeit benutzen, und an manchen Orten arbeitet man wohl auch so, dass man die löslichen Salze (Soda, Glaubersalz, Schwefelnatrium) in Lösung überführt und mit dieser den gemahlenen, bez. geschlämmten Kaolin benetzt und anrührt, dem Gemenge schliesslich auch die Kohle in Gestalt feinen Mehles zusetzt und das Ganze in Pfannen unter fleissigem Rühren zur Trockene verdampft und die trockene Masse endlich in einem Flammofen schwach glüht. Das so erhaltene Product wird abermals vermahlen und endlich der Schwefel zugesetzt, eventuell, wenn auch Harz verwendet werden soll, schliesslich auch dieses zugemischt.

Ist so ein vollkommen homogenes Gemenge erhalten worden, und es hängt wie gesagt der Erfolg der Arbeit ganz wesentlich davon ab, dass die einzelnen

Rohstoffe in der innigsten Mischung stehen, so folgt das Verglühen, d. i. der Brand der Masse. Wesentlich für das Gelingen des Brandes ist, dass die Mischung durch eine längere Zeit der Einwirkung der geeigneten höheren Temperatur ausgesetzt werde, wobei einerseits eine möglichst gleichförmige Erhitzung, bezw. gleichmässige Wärmevertheilung, andererseits eine ziemlich vollkommene Ausschliessung des Luftzutrittes zur glühenden Masse anzustreben ist. Mit Rücksicht auf diese in der grossen Praxis schwer zu vereinigenden Anforderungen ist es geboten, durch Wahl passender Glühgefässe und Anwendung geeigneter Oefen möglichst günstige Begingungen für die Erreichbarkeit dieses Zieles zu schaffen. Man verwendet zur Vollführung des Brandes entweder Tiegel oder Kapseln von ähnlicher Art, wie sie für das Verglühen des Porzellans benützt werden (s. Thonwaarenfabrication IX pag. 410), wohl auch grössere Kästen, dann aber auch Muffeln von relativ grossen Dimensionen. Im Allgemeinen empfiehlt es sich für die Herstellung feinerer Ultramarinsorten kleinere Gefässe zu verwenden, weil diese eine bessere Regulirung der Erhitzung gestatten als grössere Kästen oder Muffeln, welche letzteren vornehmlich für ordinärere Sorten angewendet zu werden pflegen. Die Brenngefässe müssen aus einem guten, feuerfesten Thon hergestellt sein, so dass sie helle Rothgluth vertragen, ohne zu erweichen. Zweckmässig ist es, solche aus einer porösen Masse zu wählen, da dieselben Temperaturänderungen leichter vertragen als solche von sehr dichter Masse und daher dem Zerspringen im Feuer nicht so leicht ausgesetzt sind. Poröse Brenngefässe haben ferner den wesentlichen Vortheil, dass sie beim directen Blaubrande ein gleichmässigeres Product des Rohbrandes liefern, da sie den für die Blaufärbung erforderlichen Luftzutritt zur Masse begünstigen, während in dichten Gefässen sich die Masse nur an der Peripherie blau brennt und im Innern grün bleibt. Wichtig ist es ferner, dass die Tiegel eine möglichst gleichmässige Wandstärke haben. Die gewöhnlichste Form der Glühgefässe ist die Tiegel- oder Topfform. Man gibt dieser auch nicht mit Unrecht den Vorzug vor der Kapselform, weil das günstigere Verhältniss des Höhen- zum Breitendurchmesser eine gleichmässige Durchwärmung des Tiegel- oder Topfinhaltes leichter ermöglicht als die Form der mindestens 15—18^{cm} breiten und 12—15^{cm} hohen Kapseln, zumal dann, wenn man die Kapseln zu Stössen zusammensetzt, in welch' letzterem Falle natürlich die Vertheilung der Feuerwirkung eine wesentlich ungünstigere sein wird, als wenn man Reihen einzelner Tiegel oder Töpfe in den Ofen so einstellt, dass die Feuergase jeden einzelnen derselben umspülen können. Der zu Gunsten der Anwendung von Kapseln sprechende Umstand, dass man zur Abhaltung des Luftzutrittes keine besonderen Deckel benöthigt, da der Boden jeder folgenden Kapsel zugleich den Deckel der vorhergehenden bildet, während bei Anwendung von Tiegeln oder Töpfen jedes einzelne Gefäss mit einem besonderen Deckel verschlossen werden muss, kann gegenüber dem Nachtheile der schwierigen gleichmässigen Durchhitzung, dann aber namentlich auch gegenüber der bei Kapselstössen nicht zu vermeidenden Gefahr, dass bei ungleichmässiger Schwindung einzelner Kapseln ein sich Neigen und endlich ein Umfallen eines grösseren Theiles des Kapselstosses leicht möglich ist, nicht besonders schwer in die Wagschale fallen.

Die Füllung der Brenngefässe mit der zu verglühenden Mischung erfolgt durch Eintragen des innigen Gemenges der Rohmaterialien mit Hilfe von kleinen Schaufeln, wobei die Masse mittelst passender Holzstempel möglichst fest in die Gefässe eingedrückt, bez. festgestampft wird. Die gefüllten Gefässe werden mit den zugehörigen passenden Deckeln bedeckt, Kapseln übereinandergesetzt und grössere Fugen mit Lehm verstrichen. Die Brennöfen selbst wählt man vortheilhaft in nicht zu grossen Dimensionen, um eine leichtere Regulirung des Feuers und die gleichmässige Erhitzung der Brenngefässe zu sichern. Zweckmässig ist es, mehrere kleinere Brennöfen neben einander durch einfache Zwischenwände von einander getrennt, aufzuführen, deren jeder selbständig befeuert werden kann. Im Allgemeinen kann man solche Oefen nach dem Modell irgend eines guten Thonbrennofens mit aufsteigender Feuerführung herstellen und combinirt mit den-

selben zweckmässig eine Verdampfanlage, indem man auf die Brennöfen oben flache Pfannen aufsetzt, unter welchen man die aus dem Ofen abziehenden Feuergase, die man in einem besonderen Canal auffängt, führt. Man hat hiebei jedoch damit zu rechnen, dass die Feuergase aus den Ultramarinbrennöfen stets nennenswerthe Mengen von schwefliger Säure enthalten, und wird daher gut thun, dieselben nicht direct auf den Pfannenboden wirken zu lassen, vielmehr unterwölbt man die Pfannen mit Mauerwerk oder schützt sie sonst gegen die Gefahr einer Corrosion durch die an schwefliger Säure reichen Gase. Eine einfache, häufiger gebräuchliche Form solcher Brennöfen wird durch die Fig. 5143, 5144, 5145 versinnlicht. *A* stellt den

Fig. 5143.

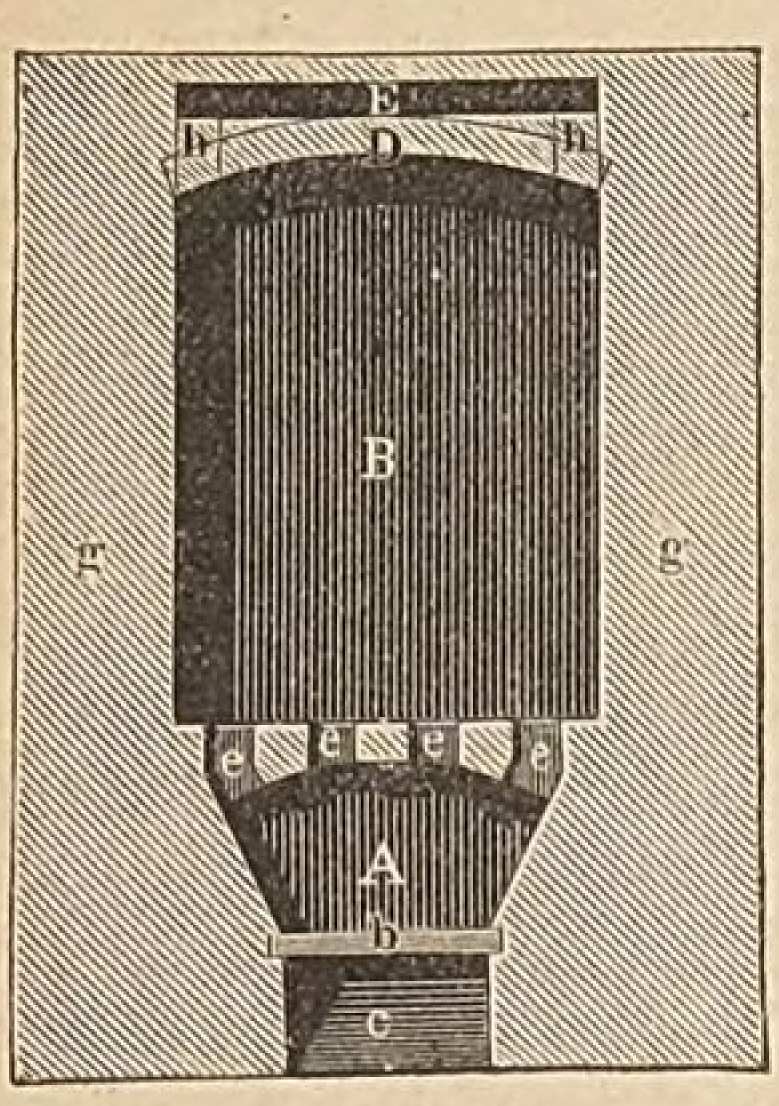


Fig. 5144.

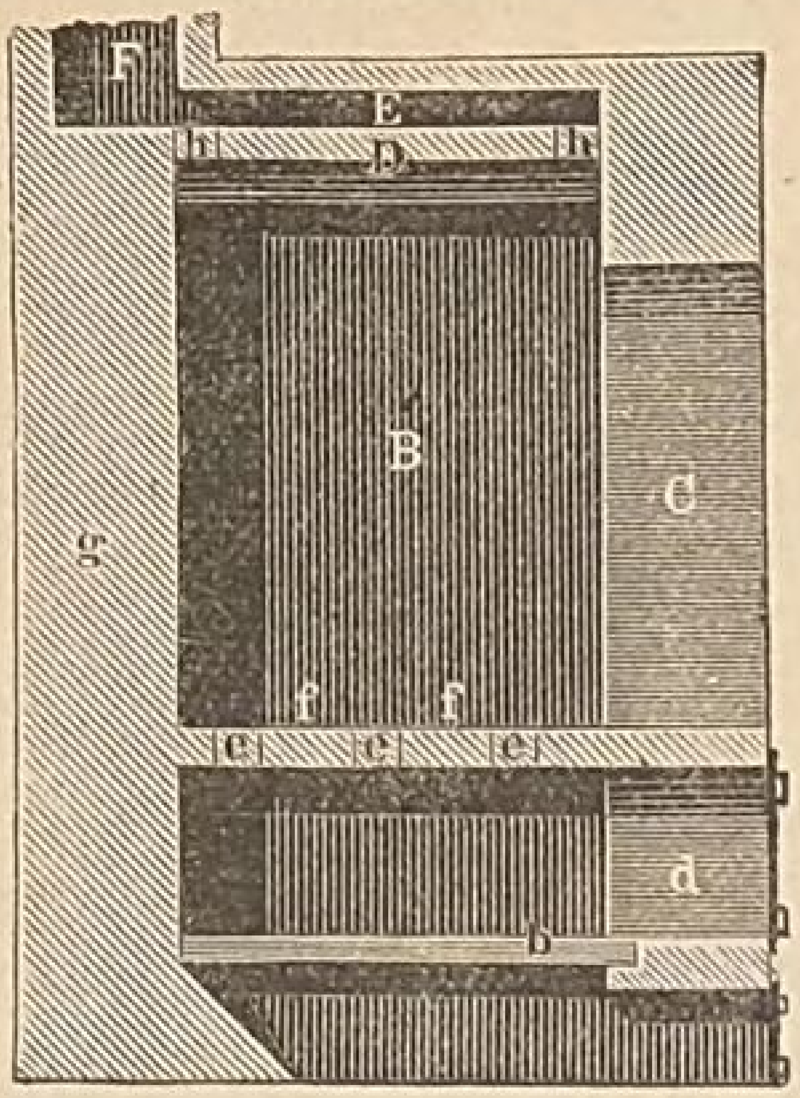
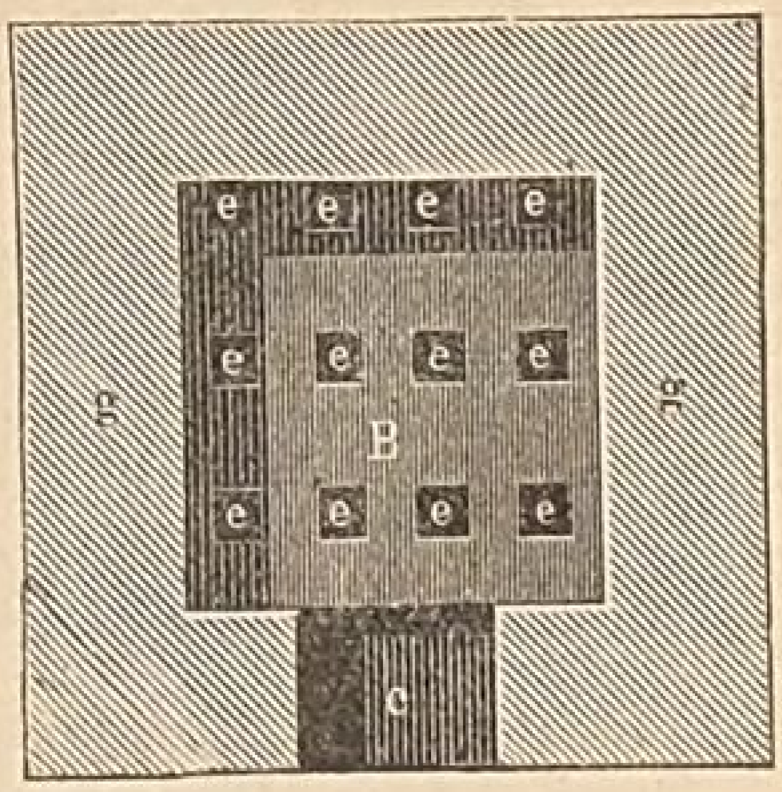


Fig. 5145.



Feuerraum mit dem zugehörigen Roste *b* und dem Aschenfall *c* dar. Derselbe ist nach oben durch das Gittermauerwerk *f f* mit den Zugöffnungen *e e e* gegen den Brennraum *B* abgeschlossen, der von 3 vollen Wänden *g* und der durchbrochenen Vorderwand umschlossen ist, in der sich das Einsatzthor *C* findet, durch welches die Beschickung des Brennraumes erfolgt. Nach oben wird der Brennraum von dem Gewölbe *D* abgeschlossen, an dessen Ecken die Abzugslöcher *h* angebracht sind, durch welche die Feuergase nach dem Canale *E* gelangen, um endlich durch die Esse *F* zu entweichen. *d* ist die Feuerthür, durch welche das Brennmateriale in den Feuerraum eingeführt wird. Das Gittermauerwerk *f f*, welches die Decke des Feuerraumes und zugleich die Sohle des Brennraumes bildet, wird in Form eines flachen Gewölbes ausgeführt und nach Oben zu durch aufgelegte Chamottesteine geebnet, die so gelagert sind, dass sie dem Feuer den freien Zug durch die Oeffnungen *e e* gestatten. Man beschickt den Brennraum mit den Brenngefäsen, indem man diese so setzt, dass dieselben von den durch die Züge eintretenden Feuergasen möglichst gleichmässig umspült werden können und schichtet so mehrere Lagen von Brenngefässen übereinander. Wenn der Brennraum vollgesetzt ist, dann versetzt man das Einsatzthor mit Chamottesteinen bis auf ein, in der Mitte derselben freigelassenes kleines Loch, das Schauloch, das man endlich durch einen lose eingesetzten Stein abschliesst, verstreicht die Fugen der Füllung mit Lehm und beginnt sodann mit dem Feuern. Durch einen, in der Esse oder in dem zur Esse führenden Feuercanal, angebrachten Schieber lässt sich der Gang des Feuers bequem reguliren.

An Stelle solcher einfacher Brennöfen hat man mehrfach auch Brennöfen nach Art der Porzellanbrennöfen mit rundem Querschnitt und 3 bis 4 Pultfeuerungen angewendet, doch bieten solche keinen wesentlichen Vortheil und gestatten nur schwer eine gleichmässige Führung des Feuers.

Man feuert nun gleichmässig so lange fort, bis die Temperatur im Brennranme zu heller Rothgluth gesteigert ist und erhält sodann das Feuer nur in dem Masse, als nöthig ist, um diese Temperatur durch mehrere Stunden (6 bis

10 Stunden) zu erhalten. Der Grad der Erhitzung und die Dauer des Brandes muss für jede Mischung besonders ermittelt werden, was durch Ausführung von Probebränden in für diesen Zweck bestimmten kleineren Brennöfen (Probiröfen) geschieht. Als Regel kann es gelten, dass Gemische mit geringem Ueberschusse an Schwefelnatrium stets eine längere Branddauer beanspruchen als solche, welche einen höheren Gehalt an Schwefelnatrium, bez. Schwefel und Soda oder Glaubersalz enthalten. Bei directem Blaubrand empfiehlt es sich für die Führung des Brandes zunächst durch etwa 2 Stunden, bei nur wenig geöffnetem Schieber ein ganz schwaches Feuer zu unterhalten (Anheizen des Ofens), um die Tiegel langsam anzuwärmen und eine allmälige Durchwärmung der Masse in den Tiegeln zu bewirken und so eine gleichmässige Sinterung derselben zu sichern. Sodann steigert man das Feuer rasch, so dass im Verlaufe von 6—8 Stunden dunkle Rothgluht erreicht wird, die sich nach weiteren 4—6 Stunden zu heller Rothgluht steigert, wobei der Process am lebhaftesten von Statten geht, was an dem Auftreten langer langsam ziehender leuchtender Flammen kenntlich ist. Haben sich nach 2 bis 3stündiger Dauer diese Flammen allmälig verloren, dann erhält man den Ofen noch eine Zeit lang in heller Rothgluht (Ausbrennen), wobei die hiefür zu wählende Zeit wesentlich von der Grösse der Tiegel abhängig ist. Im Allgemeinen kann man für Tiegel mittlerer Grösse die gesammte Brenndauer auf 32 bis 38 Stunden veranschlagen.

Ist der Brand beendet, so wird der Ofen an allen Fugen mit Lehm verschmiert und in völlig verschlossenem Zustande 10—14 Tage verkühlen gelassen, worauf man, wenn er abgekühlt ist, zur Herausnahme der Glühgefässe schreitet, nach deren Ausfuhr man ihn sofort wieder vollsetzen und einen neuen Brand beginnen kann. Bei richtiger Eintheilung der Arbeit wird man so in einem Ofen per Monat etwa 2 Brände ausführen können.

Die aus dem Ofen geförderten Tiegel werden nunmehr, nachdem sie äusserlich gereinigt und das Lehmlutum abgenommen ist, geöffnet, und die den Inhalt derselben bildende gesinterte Masse, so weit dies leicht ausführbar ist, in einem Bottich, welcher Wasser oder ein bereits bei einer früheren Operation benütztes Waschwasser enthält, entleert. Die Gefässe selbst, an deren Wandung zumeist ein grösserer Theil der Masse festsitzt, werden selbst in einen mit Wasser gefüllten Trog eingestellt, damit die anhaftende Masse erweicht und abgelöst werden kann. Die so ausgebrachte Masse wird sodann mehrmal mit Wasser behandelt, wobei die Waschwässer aufbewahrt werden, um bei einer nächsten Operation wieder verwendet zu werden, was so oft wiederholt werden kann, bis sie mit den löslichen Salzen soweit angereichert sind, dass ein Verdampfen derselben verlohnt. Die so erhaltene ausgelaugte Masse bildet ein lockeres Haufwerk von schwammig porösen, leicht zerreiblichen Stücken und wird zunächst auf Nassmühlen bis zum höchsten Feinheitsgrade vermahlen, der gewonnene Schlämmbrei in grössere Bottiche oder Satzkästen gebracht, in denen sich das feine Pulver absetzt und noch einige Male mit Wasser gewaschen wird, um endlich in Filterkästen von Wasser befreit und getrocknet zu werden. Das getrocknete Materiale wird nun auf Quetschmühlen zu feinem Mehle vermahlen und schliesslich durch feine Haarsiebe abgesiebt.

Bei richtiger Mischung der Rohmaterialien und gelungenem Brande erhält man so ein mehr oder weniger grünes Ultramarin, das, wenn seine Farbe gut ist, direct als Handelswaare verwendbar ist. Um aus diesem Producte blaues Ultramarin zu erhalten, muss dasselbe noch einem Röstprocesse dem — Blaubrande — unterworfen werden.

Da nur aus einem schön gefärbten grünen Ultramarin auch ein schönes blaues Product erhalten werden kann, so kommt Alles darauf an, schon beim ersten Brande alle Bedingungen zur Erzielung eines schön grünen Ultramarins zu erfüllen. Ist das Mischungsverhältniss der Rohmaterialien und der Grad der Vermischung derselben richtig getroffen und insbesondere ein genügender Gehalt an Schwefelnatrium vorhanden, so wird bei richtiger Führung des Brandes stets

ein gutes grünes Product resultiren. Ist dagegen die Mischung in den Verhältnissen nicht richtig und die Vertheilung nicht gleichmässig und vollkommen, so erhält man entweder ein nussfärbiges oder ein in verschiedenen Partien ganz verschiedenfärbiges Product. Bei unvollkommenem Brande und namentlich wenn einzelne Theile des Tiegelinhaltes nicht genügend erhitzt wurden, entsteht eine braune Masse oder sie zeigt wenigstens einzelne braune Stellen, die dann ebenso wie ein missfärbiger Inhalt einzelner Tiegel ausgeschieden werden müssen. Zuweilen kommt es auch vor, dass der Tiegelinhalt an einzelnen Stellen oder in grösseren Partien blau gefärbt ist, was namentlich dann der Fall ist, wenn die Tiegel nicht gut verschlossen waren oder Sprünge erhalten haben, durch welche Luft auf den Inhalt einzuwirken vermochte. Solche Erscheinungen lassen selbstverständlich die Masse, namentlich dann, wenn dieselbe auf blaues Ultramarin verarbeitet werden soll, gut verwenden, während anderweitig missfärbige Brennproducte gesondert mit Wasser ausgelaugt werden müssen, und der Auslaugerückstand lediglich als Zusatz zu neuen Mischungen an Stelle eines Theiles von Thon verwendet werden kann.

Behufs Umwandlung des in oben beschriebener Weise enthaltenen grünen Ultramarins wird dasselbe einer Röstung mit Schwefel bei niederer Temperatur und unter Luftzutritt unterworfen. Zur Ausführung der Röstung wendet man zwei wesentlich verschiedene Methoden an. Bei der einen derselben, welche als deutsche Röstmethode bezeichnet wird, wird das zu röstende Ultramarin in einen kleinen eisernen Cylinder eingeführt, welcher über einer Feuerung eingemauert ist und der eine bewegliche Vorderwand hat, während die Rückwand ein kreisförmiges Loch trägt, das zur Einführung einer Flügelwelle dient, deren vorderes Ende in einer correspondirenden Oeffnung der vorderen beweglichen Wand ruht. Die bewegliche vordere Wand wird von einer in einen Falz einschiebbaren Blechplatte gebildet, welche ausser der zur Aufnahme des Vorderendes der Flügelwelle bestimmten Oeffnung noch u. z. nächst dem Boden des Cylinders ein kleines und nächst dem oberen Theile des Cylinders ein grösseres Loch trägt, die durch kleine Schieber oder Thürchen aus Blech verschlossen werden können und zur Einführung des Schwefels dienen. Ueberdies trägt der Cylinder in seiner oberen Wölbung eine mit einem kleinen Blechrohre armirte Oeffnung, welche bestimmt ist, der entwickelten schwefligen Säure den Austritt zu gestatten. Für die Ausführung der Röstarbeit heizt man den Cylinder, durch Anmachen eines kleinen Feuers unter demselben an, trägt dann, während man die Vorderwand abgenommen hat das zu röstende grüne Ultramarin ein und führt, wenn er etwa zur Hälfte beschickt ist, die Flügelwelle ein. Für die gewöhnlichen Dimensionen derartiger Röstcylinder beträgt die Quantität des für seine Beschickung erforderlichen Ultramarins 12 bis 15 Kg. Man setzt nun die Vorderwand ein, indem man zugleich das vordere Ende der Flügelwelle durch die für die Aufnahme desselben bestimmte Oeffnung der beweglichen Blechwand steckt und keilt endlich auf das herausragende Ende der Welle eine Kurbel auf. Man setzt das Feuern unter zeitweiliger Umdrehung der Flügelwelle nun so lange fort, bis das Ultramarin so heiss geworden ist, dass es die Entzündungstemperatur des Schwefels erreicht hat, was man daran erkennt, dass eine durch die Oeffnungen der Vorderwand in den Cylinder eingebrachte Probe von Schwefel darin Feuer fängt. Ist dies erreicht, dann mässigt man das Feuer soweit, dass es eben genügt, um die gleiche Temperatur constant zu erhalten und trägt nun durch die Oeffnungen in der Vorderwand des Cylinders etwa $^1/_2$ Kg. Schwefel ein. Während sich derselbe entzündet und verbrennt, dreht man die Flügelwelle regelmässig und so rasch, dass eine möglichst innige Berührung des Ultramarins mit der durch Verbrennung des Schwefels, die durch Offenhalten der Eintragöffnungen erhalten wird, gebildeten schwefligen Säure erzielt wird. Ist die eingetragene Portion des Schwefels nahezu verbrannt, dann mässigt man die Raschheit der Bewegung der Flügelwelle und zieht, wenn aller Schwefel abgebrannt ist, mit Hilfe eines an einem langen Stiele befestigten Löffels eine Probe des Röstproductes, das nun schon eine mehr blaue

Farbe zeigen wird. Man trägt nun eine neue, etwa gleich grosse Partie von Schwefel ein, verfährt wie bei der ersten Operation und wiederholt das Eintragen und Abbrennen des Schwefels so oft, bis eine gezogene Probe eine rein blaue Farbe zeigt und die Intensität derselben bei neuerlichem Abbrennen von Schwefel nicht mehr zunimmt. Wenn dieser Punkt erreicht ist, dann entfernt man die Vorderwand und zieht den Inhalt des Cylinders in einen vor den Cylinder gehaltenen Blechkasten, um den entleerten Cylinder sofort wieder mit grünem Ultramarin zu beschicken. Das gewonnene blaue Ultramarin wird nun neuerlich ausgelaugt, nass vermahlen und das Mahlproduct gewaschen und endlich getrocknet. Diese Arbeit ist nothwendig, weil beim Rösten ein Antheil schwefelsauren Natrons gebildet wird, der weggewaschen werden muss, und weil es unvermeidlich ist, dass sich bei der Röstarbeit das Ultramarin zu kleinen Klümpchen ballt, die im Innern nicht blau werden und die demnach durch Vermahlen wieder vertheilt werden müssen. Letzterer Umstand bedingt natürlich die nicht seltene Erscheinung, dass ein nach der Röstung rein und satt blau erscheinendes Product nach dem Vermahlen in Folge der Vertheilung der im Innern nicht gleichmässig blau gebrannten Klümpchen ein minder reines und sattes Blau zeigt. Um diesem Mangel abzuhelfen, führt man namentlich für die Herstellung feiner Ultramarinsorten in manchen Fabriken die Röstung nicht in einer Operation, sondern unterwirft das noch nicht blau gebrannte Product einer Auslaugung, vermahlt es nass, trocknet und siebt es und bringt das so erhaltene halbfertige Materiale nochmals in den Röstcylinder, um es völlig blau zu brennen und endlich nochmals nass zu vermahlen.

Die zweite Art des Blaubrennens, die sog. französische Röstmethode, führt die Röstarbeit in gemauerten Muffelöfen aus, deren Einrichtung jener der in der Thonwaarenfabrication gebräuchlichen Muffelöfen nicht unähnlich ist. Der Feuerraum ist mit einem von zahlreichen Canälen durchsetzten Gewölbe überspannt, das die Muffel trägt, deren Wandung von dem Mauerwerke des Muffelraumes soweit absteht, dass ein enger Zwischenraum gebildet wird, durch welchen die bei den Abzugsöffnungen aus dem Feuerraume austretenden Feuergase circuliren müssen, um in die Esse zu gelangen, wobei sie die Aussenwand der Muffel vollkommen umspülen. In der Vorderwand der Muffel befindet sich eine Oeffnung, welche durch einen, an einer über einer Rolle laufenden Kette, befestigten Schuber geschlossen werden kann. Eine kleine, durch ein Gewölbe nach Oben abgeschlossene Vorkammer, welche direct mit der Esse communicirt, vermittelt die Abfuhr der aus der Muffel austretenden schwefligen Säure in die Esse. Zur Arbeit beschickt man den flachen Boden der Muffel, die aus gut gefügten feuerfesten Steinen ausgeführt wird, mit dem zu röstenden grünen Ultramarin, indem man dasselbe in einer Schichte von 5—7^{cm} Höhe gleichmässig aufschichtet. Man schliesst nun die Oeffnung der Muffel und erhitzt dieselbe soweit, dass eine eingetragene Probe von Schwefel Feuer fängt. Ist dieser Temperaturgrad erreicht, dann wirft man eine grössere Partie von Schwefel ein, trägt durch Einrühren desselben mit einer Krücke Sorge für die innige Mischung des Schwefels mit dem Ultramarin und lässt denselben unter stetigem Umrühren mit der Krücke verbrennen, wobei man, soweit dies thunlich ist, die Oeffnung geschlossen hält, um die schweflige Säure am raschen Entweichen zu hindern, zugleich aber auch eine stärkere Erhitzung des Ultramarins, über die Entzündungstemperatur des Schwefels hinaus, zu vermeiden. Man wiederholt nach dem Abbrennen des Schwefels den Zusatz, u. z. so oft, bis die gewünschte Färbung erreicht ist, worauf man das Ultramarin aus der Muffel nimmt und diese sofort wieder mit einer neuen Partie von grünem Ultramarin beschickt, um die Röstarbeit fortzusetzen. Das blau gebrannte Product kann dann in gleicher Weise ausgelaugt und vermahlen werden, wie oben besprochen. Das Auslaugen des blauen Röstproductes macht das Ultramarin stets dunkler, jedoch in seinem Ansehen zugleich matter, so dass es sich für gewisse Zwecke der Ultramarinverwendung empfiehlt das Auslaugen völlig zu unterlassen.

An Stelle des successiven Schwefelzusatzes zu dem zu röstenden grünen Ultramarin kann man auch, nach vollendetem Nassmahlen und Trocknen des Grüns, mit demselben directe feingemahlenen Schwefel, je nach dem beabsichtigten Grade der zu erzielenden Röstfarbe $^1/_2$—7 Proc., innig mischen und das Gemenge directe der Röstung unterwerfen.

Diese Röstmethode hat den Vortheil, dass das Blaubrennen schneller erfolgt als beim Rösten in Cylindern, da in Folge des reichlicheren Luftzutrittes sich mehr schweflige Säure bildet. Zugleich wird hiebei auch an Schwefel gespart, da ein geringerer Antheil desselben unverbrannt entweicht, was namentlich bei vorheriger Mischung mit Schwefel der Fall ist.

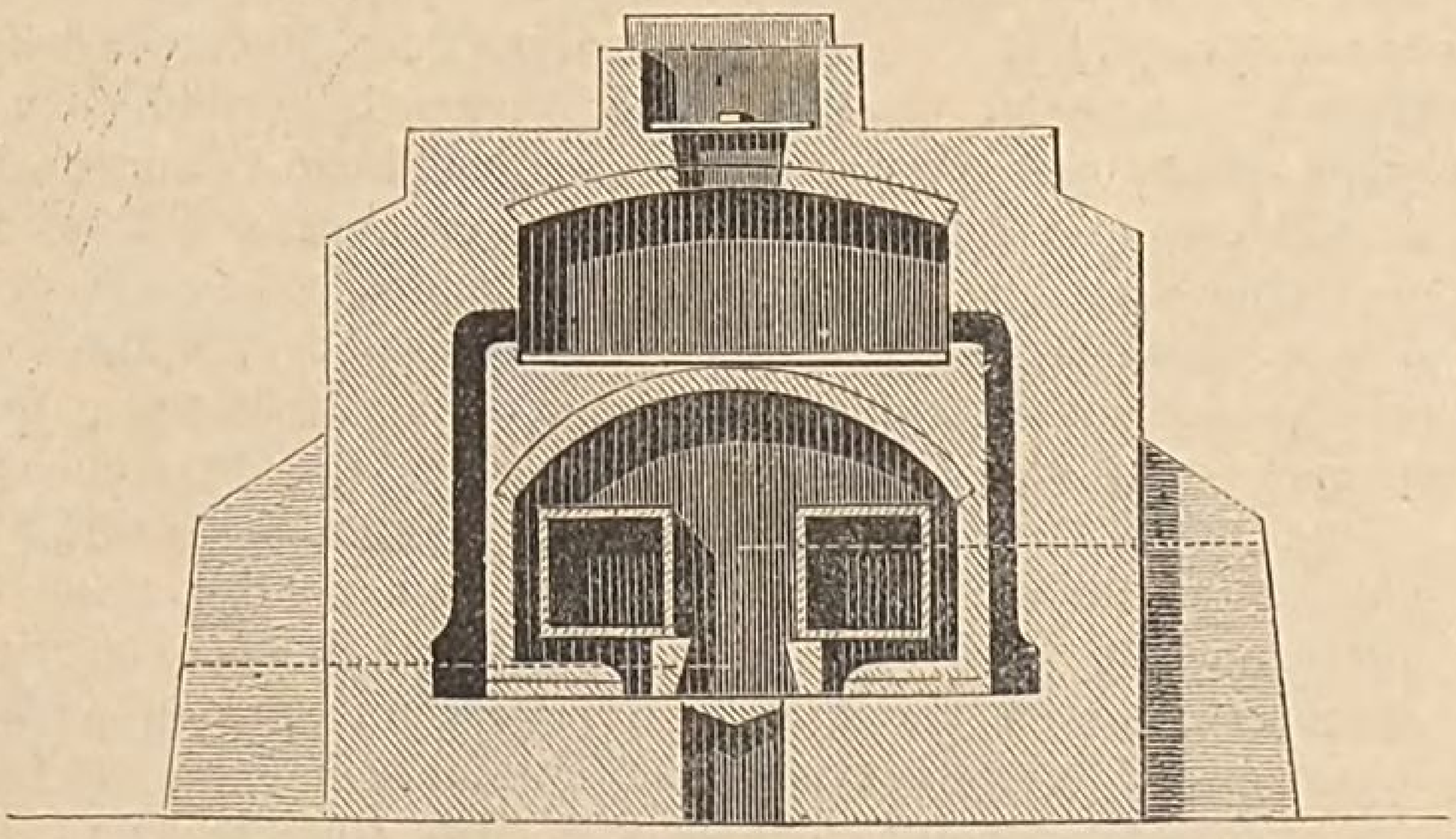
Von Wichtigkeit ist es, dass das Auslaugen des blau gebrannten Ultramarins möglichst vollkommen ausgeführt wird, damit keine merkliche Menge von Salzen in der Masse zurückbleibt, welche ein Zusammenbacken der lagernden geschlämmten Waare veranlassen würde, und empfiehlt es sich, den Auslaugeprocess systematisch vorzunehmen, wobei man die Waschwässer soweit mit Salzen anreichern kann, dass man schliesslich Laugen gewinnt, welche das Versieden behufs Wiedergewinnung der Salze verlohnen.

Die beschriebenen Methoden des Blaubrennens machen, wie leicht begreiflich, einen nicht unerheblichen Aufwand von Handarbeit nöthig und sind in Bezug auf die Wärmeausnützung keineswegs ökonomisch, zugleich ist es bei Anwendung derselben nur sehr schwer möglich gleichmässig gefärbte Röstproducte zu erzielen.

Diese Mängel zu vermeiden, hat man mehrfach mit Erfolg Verfahrungsarten eingeführt, bei welchen man entweder die beim ersten Brande abgehende Wärme zur Ausführung des Blaubrandes benützt, oder überhaupt in einer einzigen Operation blaues Ultramarin herstellt.

Zur Ausführung der ersteren Verfahrungsart bedient man sich zweietagiger Oefen, wie Fig. 5146 einen solchen darstellt. Die erste Etage, welche rechts

Fig. 5146.



und links im Feuerraume auf feuerfesten Pfeilern ruhend je einen Kasten aus feuerfestem Materiale enthält, ist von der oberen durch ein in feuerfesten Steinen ausgeführtes Gewölbe getrennt, auf welchem einige stärkere Eisenplatten ruhen, welche zur Aufnahme des zu röstenden Productes dienen, so dass sonach die untere Etage den eigentlichen Brennraum, die obere den Röstraum bildet. Beide Etagen communiciren durch in den Seitenwänden des Ofens aufsteigende Feuerzüge, welche so angeordnet sind, dass das Feuer, das zunächst seinen Weg zwischen den beiden Thonkästen nach aufwärts nimmt, dieselben sodann, indem es beiderseits längs des Gewölbes herabgeht, oben und an der Rückseite bestreicht und endlich unter dem Boden hinweg in die nach der oberen Etage führenden

Züge gelangt, um von diesen aus, quer durch den oberen Etagenraum zum Abzugsschlotte geführt zu werden (vgl. Fürstenau, Dingl. pol. Journ. 159 pag. 63). Die Brennkästen sind aus feuerfestem Thonmateriale gefertigte, längliche Kästen mit quadratischem Querschnitte, welche bei einem Fassungsraume von ca. 300 bis 350 K. Gemenge eine Wandstärke von etwa 3^{cm} haben. Sie sind oben offen und hier mit einem Falz versehen, in welchen ein Deckel aus feuerfestem Thon passt. An der vorderen Stirnseite tragen sie, gut eingekittet, je eine Thonröhre von etwa 3^{cm} Durchmesser, welche zur Probeentnahme bestimmt sind und zu diesem Zwecke aus der Vorderwand des Ofens hervorragen.

Die gehörig gemahlenen Gemengtheile, die am bequemsten in Rollfässern aus Rothbuchenholz (man nimmt solche 1^{m} lang, 60^{cm} grösstem und 54^{cm} kleinstem Durchmesser), welche an durchgehenden Achsen mit einer Tourenzahl von 35 pro Minute rotiren und mit neun Eisenkugeln von $7{\cdot}5^{cm}$ Durchmesser beschickt sind, vermahlen werden können, werden in dem entsprechenden Verhältnisse zusammengewogen, nochmals durch 4—5 Stunden im Rollfasse gerollt und die erhaltene Mischung in die Brennkästen gefüllt, die sodann durch Auflegen der Deckplatten und Verschmieren der Fugen mit Lehm geschlossen werden. Sodann beginnt die Feuerung, wobei man das Feuer anfangs durch etwa 2—3 Stunden nur mässig erhält (Anheizen), sodann aber rasch steigert, so dass nach etwa 10—12 Stunden dunkle Rothgluht und nach 20 bis 24 Stunden an den Deckeln der Kästen helle Rothgluht bemerkbar ist, die nun so lange erhalten wird, bis die langen weissen Flammen verschwunden sind. Bei einer mittleren Beschickungshöhe der Brennkästen auf 15^{cm} beträgt die Brenndauer 32—38 Stunden. Im Allgemeinen soll die Temperatur dem Schmelzpunkte einer Legirung von gleichen Theilen Gold und Silber entsprechen. Während des Brandes controlirt man durch zeitweiliges Probeziehen das Fortschreiten des Brennprocesses, der als beendet anzusehen ist, wenn die entnommenen Proben nach dem Erkalten grün erscheinen. Man stellt nun das Feuer ab, schliesst Feuerthüre und Schornstein und lässt den Ofen allmälig erkalten, wozu einige Tage erforderlich sind. Nun nimmt man die Masse aus den Brennkästen, quetscht sie auf Kollergemühlen und vermahlt sie in Rollfässern. Das gewonnene feine Mehl wird in der oberen Etage aufgeschüttet und hier während des Feuerns der nächsten Charge blau gebrannt oder man füllt es in gusseiserne Röstkästen mit übergreifendem Deckel, welche bei einer mittleren Länge von 54 und 60^{cm}, einer Breite von 56 und 48^{cm} und einer Höhe von 45^{cm} eine Wandstärke von ca. $0{\cdot}5^{cm}$ haben und deren eine grössere Anzahl (8—9 Stück) in der oberen Etage eingesetzt werden, um hier den nächsten Brand mitzumachen. 12 Stunden nach Einstellung des Feuers werden diese Kästen ausgefahren und ihr nun blau erscheinender Inhalt der Auslaugung und weiters dem Vermahlen auf der Nassmühle unterworfen.

An Stelle der thönernen Kästen kann man natürlich auch Tiegel für den ersten Brand anwenden, die in der unteren Etage eines solchen oder ähnlichen zweietagigen Ofens rechts und links vom Feuerraume eingesetzt werden. Solche Tiegel nimmt man gewöhnlich $38—40^{cm}$ hoch und mit etwa $12—15^{cm}$ grösster Weite und deckt dieselben mit Deckeln, die durch eine Lehmlutirung gedichtet werden. Für die Herstellung von Sulfatultramarin zieht man aber Allgemein das Brennen in Muffeln vor. Das Blaubrennen in der oberen Etage hat den wesentlichen Vortheil, dass die beim ersten Brande überflüssige Wärme dem Blaubrande zu gute kommt.

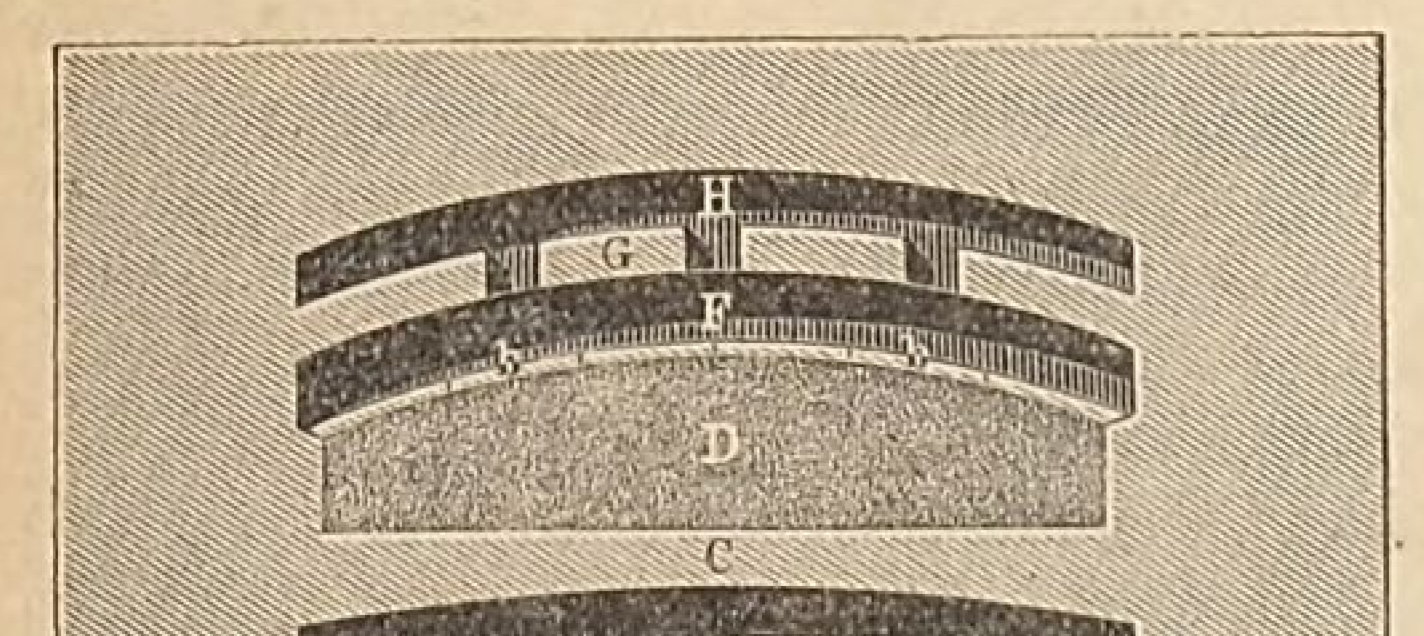
Die Erzeugung blauen Ultramarins in einer Operation, hat neuerer Zeit namentlich für die Massenproduction eine besondere Bedeutung gewonnen (vgl. Grüneberg über das Verfahren in Kaiserslautern, s. Dingl. pol. Journ. 189 pag. 515). Nach Fürstenau (s. Dingl. pol. Journ. 202 pag. 446) kommt es hiebei vornehmlich darauf an, dass der die Bildung des Grün bedingende Schwefel durch in der Masse in fein vertheilter Form vorhandenen Kohlenstoff auf dem Wege der Ueberführung in Schwefelkohlenstoff entfernt werde, wofür die Einhaltung einer günstigen Temperatur, zugleich aber das Vorhandensein von höchst

fein vertheiltem Kohlenstoff in genügendem Ueberschusse erforderlich ist. Die Mischung darf ferner bei Einwirkung der Hitze nicht sintern, sondern muss locker bleiben, weshalb darauf zu achten ist, dass der verwendete Kaolin nur leicht gebrannt und frei ist von Beimengungen an unzersetztem Feldspath und dass die Masse, wenn nöthig, einen Zusatz von Kieselsäure in Gestalt von Quarzmehl oder Infusorienerde erhält, während andererseits die Einhaltung einer möglichst niedrigen, die zur Bildung von Schwefelkohlenstoff erforderliche nicht wesentlich übersteigenden Temperatur, von Wesenheit ist.

Die einfachste Art dieser Fabricationsweise ist die, dass das innige Gemenge der auf's feinste vermahlenen Rohmaterialien in einem grossen Brennofen, der von mehreren Seiten zu heizen ist, zu einem Haufen (Block) aufgefahren wird, welcher äusserlich mit feuerfesten Steinen umlegt wird, so dass er von der Steinumkleidung wie von einer Schale umschlossen wird. Das Feuer wird zuerst unter der den Block tragenden Sohle, dann über den Block geführt, so dass derselbe von allen Seiten gleichmässig erhitzt wird. Sobald die Masse durch und durch auf die erforderliche Temperatur gebracht ist, wird der Ofen allseitig geschlossen und somit nur eine allmälige Verkühlung zugelassen, während welcher der Block noch eine Zeit lang der höheren Temperatur ausgesetzt bleibt. In Kaiserslautern brennt man in Muffeln von 0·94^m^ Breite, 0·78^m^ Höhe und 1·88^m^ Länge. Diese werden mit dem innigen Gemenge von Thon, Schwefel und Soda beschickt und etwa 3 Wochen hindurch lang in Rothglühhitze erhalten.

Nach Fürstenau (s. oben) wird eine Mischung von 100 Thl. schwach gebranntem Kaolin, 90 Thl. (95 proc.) calcin. Soda, 110 Thl. Schwefel, 10 Thl. Harz und 10 Thl. Kohle, deren Gemengtheile zuerst ohne Schwefel und Harz auf das feinste vermahlen und erst dann mit dem schon gepulverten Schwefel und Harz gemengt und abermals vermahlen wurden, locker in poröse Tiegel von 26^{cm} Höhe, 20^{cm} oberer und 15^{cm} unterer Breite im Lichten, die mit gut passenden Deckeln verschliessbar sind, gefüllt, die Deckel mit sandhaltigem Lehm lutirt und nachdem der Lutem getrocknet ist, mittelst eines Pinsels mit Lehmschlicker überstrichen und langsam trocknen gelassen. Die so vorgerichteten Tiegel werden nun in einem Flammenofen, ähnlich dem oben beschriebenen, in welchen sie zu drei bis vier übereinander auf den Deckeln stehend eingesetzt werden, zuerst langsam, allmälig stärker erhitzt, so dass sie nach etwa 6stündigem Feuer in dunkle Rothglut kommen, bei welcher sie 13—20 Stunden erhalten werden. Eine Ueberhitzung über diese Temperatur ist streng zu vermeiden, da sie das Blaubrennen verhindert. Nach Beendigung des Brandes wird der Ofen langsamer Abkühlung überlassen und wenn er genügend verkühlt ist, geöffnet und an die Entleerung der Tiegel geschritten. Der Inhalt derselben muss, wenn der Brand gelungen ist, ein zartes röthliches Blau zeigen und soll weder an den Rändern weiss noch in der Mitte ungar sein. Bei fehlerhaftem Brande erscheint die Masse an den Tiegelrändern mehr oder weniger weiss, oder aber sie ist nicht gar gebrannt, d. h. in der Mitte des Tiegels noch mehr oder weniger grün oder grau. Solche Producte müssen natürlich einer sorgfältigen Sortirung unterworfen werden, ehe sie zur Auslaugung und zum Vermahlen gebracht werden.

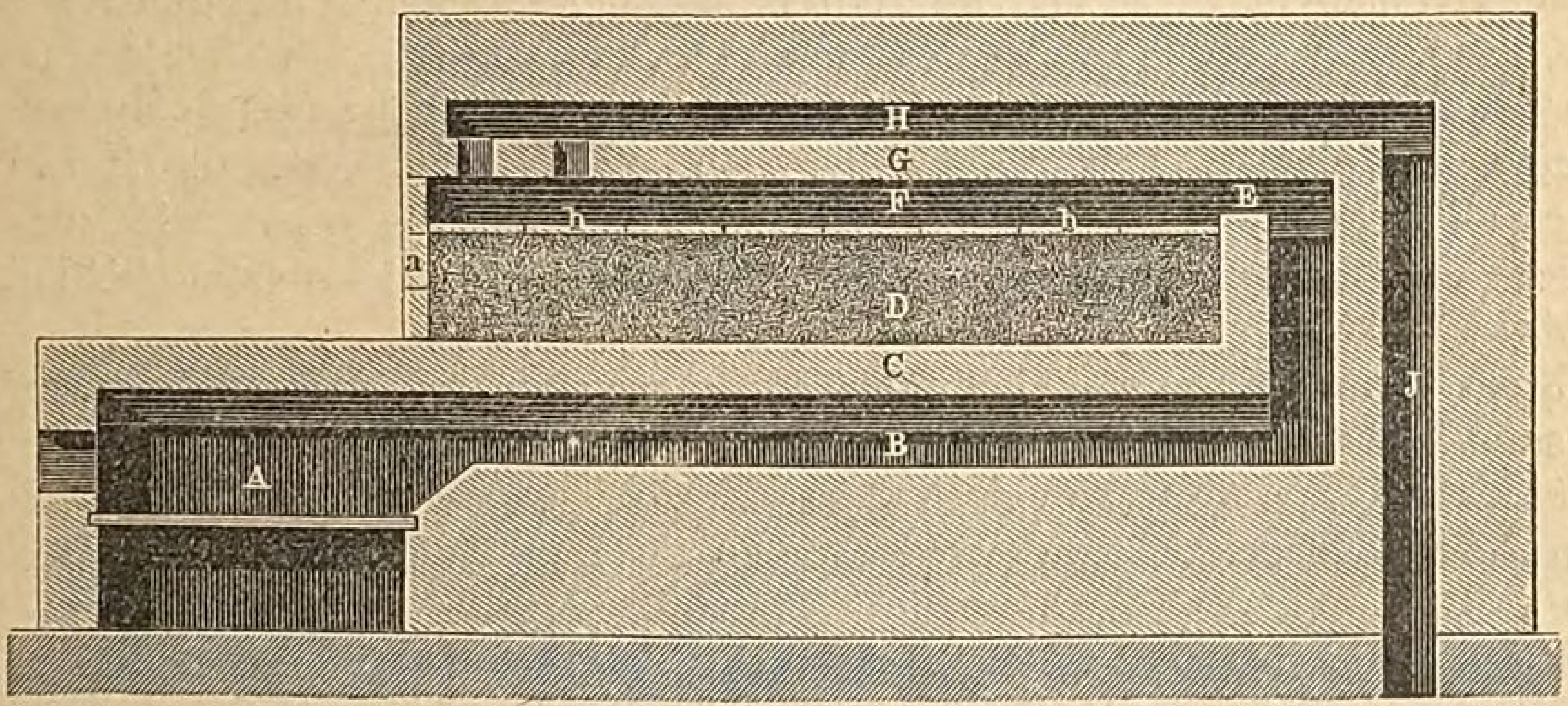
Fig. 5147.



In der Ultramarinfabrik Egestorff's Salzwerke zu Linden vor Hannover (vgl. Dingl. pol. Journ. 221 pag. 473) brennt man Ultramarinblau in einer Ope-

ration in Muffelöfen, wie solche in Fig. 5147 im Querschnitte und in Fig. 5148 im Längsschnitte dargestellt sind. *A* ist der Rost mit dem Feuerraume, von welchem aus die Feuergase durch den Feuercanal *B* unter dem Muffelboden *C* und dann bei *E* über der Muffel *D* im Feuercanale *F* sich fortbewegen, den sie am vorderen Muffelende verlassen, um durch die in dem Vordertheile des Gewölbes *G* angebrachten Oeffnungen in den Fuchs *H* und aus diesem durch *I* in die Esse zu gelangen. Die Muffel selbst wird durch die Eintragöffnung *a* mit

Fig. 5148.



dem Gemenge so beschickt, dass die Oberfläche der Füllung eine flache Wölbung nach Oben bekommt, was durch systematisches Eintragen der Mischung und gleichmässige Verdichtung mit hölzernen Schlägeln erreicht wird. Ueber der Masse wird sodann aus porösen Thonplatten ein temporäres Gewölbe *b* gebildet, dessen Fugen, bis auf einzelne, für das Entweichen der Gase freigelassene Lücken, mit Lehm verstrichen werden. Ist die Muffel beschickt, so wird mit dem Feuern begonnen und das Schüren langsam so lange fortgesetzt, bis der Muffelinhalt etwa die Temperatur von 700° C. angenommen hat, welche nicht überschritten werden soll und für eine Muffel gewöhnlicher Grösse, welche etwa 7 Met.-Cent. Mischung fasst, durch 36 Stunden gleichmässig zu erhalten ist. Nach dieser Dauer des Brandes wird das Schüren eingestellt und der Ofen dicht geschlossen, damit er allmälig abkühlt. Es ist Regel, die Abkühlung so zu verzögern, dass der Ofen erst nach 14 Tagen oder nach längerer Zeit auf Lufttemperatur gebracht ist, da erst bei der längeren Nachwirkung der Wärme die Blaufärbung der Masse erreicht wird und sohin alles auf eine möglichst lange Einwirkung einer entsprechend hohen Temperatur ankommt. Unmittelbar nach Beendigung des Schürens ist die Färbung der Masse eine dunkelschwarzgraue, in Folge des Vorhandenseins reichlicher Mengen fein vertheilten Kohlenstoffes und erst während des nachfolgenden langsamen Erkaltens stellt sich das reine Blau ein. Für je 100 Kg. blauen Ultramarins braucht man ca. 150 Kg. bester Steinkohle. Nach dem Erkalten des Ofens wird die Muffel ihres Inhaltes, der bei gelungenem Brande eine lockere, durch und durch poröse, leicht zerreibliche Masse von intensiv blauer Farbe bildet, die höchstens an Stellen, wo die Muffel Sprünge hat, einen Anflug von Weiss zeigt, entleert und zunächst auf Trockenmühlen gröblich vermahlen und hierauf in Auslaugebottichen mit heissem Wasser ausgelaugt und gewaschen, und endlich auf Nassmühlen fein vermahlen und geschlämmt. Das Mahlen auf den Nassmühlen erfordert je nach dem beabsichtigten Feinheitsgrade des zu erzeugenden Productes längere oder kürzere Zeit und kann für hochfeine Ultramarinsorten, wie solche für Zwecke der Cattundruckerei verlangt werden, bis 120 Stunden währen. Der von den Nassmühlen abfliessende Farbbrei wird durch den nun folgenden Schlämmprocess sortirt. Gewöhnlich wendet man für das Schlämmen

eine Anzahl von 5 bis 6 Bottichen oder Kästen an, welche terrassenförmig über einander gestellt sind. Der Farbbrei fliesst zunächst in den höchst stehenden ersten, in dem er nur kurze Zeit verweilt und hier zunächst die gröbsten und am wenigsten intensiv gefärbten Theile ablagert. Die über dem gebildeten Bodensatze stehende Flüssigkeit gelangt nun in den zweiten Schlämmbottich, wo sich schon ein feineres, zugleich auch dunkelfärbiges Product absetzt und so fort in den dritten, vierteu, fünften, eventuell sechsten Bottich, in denen immer feinere und zugleich intensiver gefärbte Massen zur Ablagerung kommen. In den letzten Schlämmbottichen zeigt die Schlämmasse gewöhnlich schon einen so hohen Grad der Vertheilung, dass sich der Farbkörper selbst nach tagelanger Ruhe nicht mehr vollkommen ablagert und nur durch Verdampfung der Flüssigkeit gewonnen werden kann. Zu diesem Ende werden die letzten Antheile des Schlämmbreis in flachen eisernen Pfannen mittelst Dampf bis zur Consistenz eines dicken Breis verdampft, der dann in hölzerne Kästen gefasst und in diesen, durch Einstellen in einem Trockenraum in gleicher Weise ausgetrocknet wird, wie dies auch bezüglich der in den höher gelegenen Schlämmkästen abgesetzten Schlammasse geschieht.

Noch einfacher und daher häufiger angewendet ist das Fällungsverfahren, welches darin besteht, dass die letzten Antheile des Schlämmbreies, die sich auch nach längerer Ruhe nicht ablagern, durch Zusatz einer geringen Menge von Chlorcalcium oder Chlormagnesium, welche Salze rasch fällend wirken, aus ihrer Suspension gefällt werden, worauf nach 2—3stündiger Ruhe der abgelagerte Schlamm auf Filterpressen abgepresst, die Presskuchen getrocknet und vermahlen werden. An Stelle von den genannten Salzen, die man in Lösung der zu fällenden Flüssigkeit beimischt, kann man auch dünne Kalkmilch zur Fällung verwenden, erhält jedoch dann ein lichteres Ultramarin das nur für gewisse Zwecke, z. B. für Lithographie verwendbar ist.

Das trockene Product, von dem auf solche Weise mehrere (4 bis 5) Sorten von Ultramarin gewonnen werden, die sich sowohl durch den Feinheitsgrad als namentlich durch die Farbintensität unterscheiden, wird endlich nochmals trocken vermahlen, gesiebt und so in die handelsübliche Form gebracht.

Gleich der Arbeit in Muffeln gestaltet sich in der genannten Fabrik auch die Arbeit in Tiegeln, welche jedoch nur für die Herstellung der feinsten Sorten Ultramarin in Anwendung zu kommen pflegt, während die gewöhnlichen Handelssorten fast nur im Muffelofen erzeugt werden. Das Brennen in Tiegeln erfolgt in einem ganz analog dem bereits oben beschriebenen Flammenofen eingerichteten Brennofen und hat den Vortheil der grösseren Sicherheit in der Einhaltung der erforderlichen Temperatur bei einem kleineren Brennmaterialverbrauche (50 Kg. Steinkohle für 100 Kg. Ultramarin) und dadurch einer grösseren Egalität des Productes und Reinheit der Farbe, dagegen wohl den Nachtheil des Erfordernisses eines grösseren Aufwandes an Handarbeit.

Die Vortheile der Erzeugung von Ultramarinblau in einer Operation sind unleugbar sehr grosse, jedoch gilt dies nur in dem Falle, wo eine gewisse Sicherheit in der Ausführung regelmässig gelungener Brände erreicht ist. Wo diese, sei es wegen nicht entsprechender Beschaffenheit der Rohmaterialien, ungenügender Mischung oder nicht zweckentsprechender Einrichtung der Brennöfen, nicht erreicht wird, ist die Arbeit auf grünes Ultramarin und nachheriges Blaubrennen vorzuziehen, um so mehr, als mit Rücksicht auf die längere Zeit, welche die Ausführung des directen Blaubrandes erfordert bei diesem eigentlich nur der Gefässwechsel und die mit diesem verbundene Handarbeit erspart wird. Es wird darum mehrfach noch heute der doppelte Brand, bez. die Erzeugung des Ultramarinblaus in zwei Brennoperationen dem directen Blaubrande vorgezogen und Fürstenau (vgl. Dingl. pol. Journ. 219 pag. 271) redet dieser Art der Arbeit geradezu das Wort, indem er behauptet, dass es keine Form von Brennöfen gebe, die mit Sicherheit das jeweilige Gelingen des directen Blaubrandes erreichen lassen. Andererseits ist es erfahrungsgemäss nicht möglich, ein Glaubersalz-Ultramarin oder die sog. Nürnberger Ultramarin-

sorten im directen Blaubrande herzustellen. Fürstenau empfiehlt die Anwendung eines Hafenofens, welcher 1600 bis 2000 Kg. fasst und 8 Stunden Branddauer, hierauf 2 Tage Abkühlungszeit erfordert, sonach zweimal der Woche chargirt werden kann. Er liefert im Mittel 1250 Kg. grünes Ultramarin roh und 937 Kg. fertiges Blau aus 1700 Kg. Masse per Charge. Vielfach verwendet man auch Flammenöfen, welche über dem Brennraume noch zwei Etagen haben, auf deren erster der Blaubrand vorgenommen, während auf der zweiten getrocknet wird. Solche Oefen erfordern bei einem Fassungsraum von 1500—1750 Kg. eine Brennzeit von 36 Stunden und brauchen zur Abkühlung 10 Tage. Das in solchen Oefen gewonnene Halbproduct wird gut sortirt, bei Soda-Ultramarin die ausgelesenen blauen Stücke directe gelaugt und vermahlen, die grünen Brocken aber geröstet, bei Glaubersalzultramarin die weissen Partien entfernt und wieder zur Masse zurückgegeben, die grünen aber geröstet und dann weiter verarbeitet. Auch verfährt man manchen Orts so, dass man das Grün, ohne es auszuwaschen, nass vermahlt, dann einigemale gelinde auskocht, hierauf schlämmt, trocknet, siebt und röstet, worauf es ohne nochmaliges Waschen verwendbar ist.

Zur Herstellung des grünen Ultramarins, wo solches in den Handel gebracht werden soll, glüht man kieselarmen Thon mit Glaubersalz und Kohle und erhält, je nachdem die Luft während des Brandes und des Erkaltens mehr oder weniger Zutritt zur Masse hat, Producte von den verschiedensten, zwischen Gelb und Blau liegenden Farbnuancen. Zumeist sind bei Tiegelbränden die oberen und die den Seitenwendungen zunächst liegenden Partien ziemlich blau, während nach dem Innern zu blaugrüne, dann grüne und endlich gelbe Schichten folgen. Man brennt daher vortheilhaft in Muffeln bez. in Kästen (s. oben). Man sortirt nun die einzelnen Partien sorgfältig und gewinnt auf diese Weise Producte in verschiedenen Nuancen von Grün, die gelaugt, gemahlen und geschlämmt und endlich getrocknet werden. Die stärker blauen Partien röstet man auf blaues Ultramarin, die gelben Pariien verwendet man bei einem nächsten Brande.

Violettes Ultramarin wird nach dem Verfahren von Zeltner (D. R. Pat. Nr. 228 vom Juli 1877) entweder durch Einwirkung von Halogenen, zunächst von Chlor oder aber von Schwefelsäureanhydrid auf erhitztes Ultramaringrün oder Ultramarinblau und nachherige Behandlung des Productes mit Lösungen von ätzenden Alkalien, oder durch directe Einwirkung von Chlorgas und Wasserdampf auf erhitztes blaues oder grünes Ultramarin, dann durch Erhitzen von Ultramarinblau oder Grün mit Salzen, welche beim Erhitzen Wasser und Chlorgas liefern, oder endlich durch Einwirkung gewisser Säuren oder gewisser Oxydationsmittel und des Wassers oder das Gemenge solcher Körper auf erhitztes blaues oder grünes Ultramarin erhalten. Es bildet sich aber auch beim Erhitzen eines mit einer Chlorcalcium- oder Chlormagnesiumlösung befeuchteten Ultramarins sowie bei Einwirkung von Salzsäuredämpfen, oder von Wasserdämpfen und Luft, endlich bei Einwirkung von Salpetersäuredämpfen auf erhitztes Ultramaringrün oder Blau ein Ultramarinviolett.

Für die Ausführung der Arbeit wird in dem Patente angeführt, dass das zur Bereitung von Violett zu verwendende Ultramarin gesiebt und sodann in etwa 1^{cm} hoher Schichte auf irdene Plättchen aufgetragen wird, welche mit etwa 3^{cm} hohen Füsschen versehen sind und so in einem thönernen oder schmiedeisernen Kasten übereinander geschichtet werden, bis der Kasten gefüllt ist. In derartigen Kästen wird das Ultramarin, während dasselbe auf eine Temperatur von 160—180° C. erhitzt wird, der Einwirkung von Chlorgas, das durch je eine am vorderen und am hinteren Ende des Kastens eingeführte Bleiröhre eingeleitet wird, ausgesetzt. Die überflüssigen Gase entweichen durch eine 10^{cm} weite Oeffnung im hinteren Deckel in den Schornstein. In noch einfacherer Weise lässt sich der Process in rotirenden schmiedeisernen Trommeln, die in Oefen eingesetzt und so beheizt werden können, ausführen. Die Achse der Trommel ist hohl und wird durch dieselbe einerseits das Chlorgas, andererseits ein Thermometer zur Controle der Temperatur eingeführt. Durch an der Achse angebrachte Schaber wird das an die Wandungen

der Trommel angelegte Ultramarin jeweilig abgestreift. Das zur Verwendung kommende Chlorgas ist mit Wasserdampf zu mischen, zu welchem Zwecke Sandsteintröge verwendet werden, deren Hohlraum etwa 10 Liter Fassungsraum hat und die mit einem Steindeckel, der mit Leinölkitt gedichtet wird, verschlossen werden, in welchem zwei bis auf den Boden der Höhlung führende Steinzeugröhren für die Zuleitung des Chlorgases und des Wasserdampfes und zwei unmittelbar unter dem Deckel endigende Bleirohre zur Ableitung des mit Wasserdampf gemengten Chlorgases eingekittet sind. Der Sandsteintrog ist überdies mit einem Wasserstandszeiger aus Glas armirt. Für die Arbeit wird die Höhlung des Steines mit etwa 3 Liter Wasser gefüllt, dieses durch zugeführten Wasserdampf zum Sieden erhitzt und während dasselbe im Sieden erhalten wird, durch das zweite Steinzeugrohr Chlorgas eingeleitet, das, indem es durch das kochende Wasser streicht, sich mit Wasserdampf sättiget und so in den mit Ultramarin beschickten, auf 160° C. erhitzten Kasten eingeführt wird.

Sehr einfach vollzieht sich die Ultramarinviolettbildung durch Erhitzen einer innigen Mischung von blauem oder grünem Ultramarin mit Ammoniumnitrat und Chlorammonium oder Natriumnitrat und Chlorammonium. Das erhaltene Product wird durch Waschen von Salzrückständen leicht befreit.

Nach der Patentbeschreibung entstehen bei Einwirkung von Chlorgas auf Ultramarinblau oder Ultramaringrün, das auf 300° C. erhitzt ist, Chlorderivate des Ultramarins, u. z. im Beginn der Einwirkung zunächst ein grünes, später ein schmutzig röthliches. Diese Derivate gehen beim Behandeln mit erhitzten Wasser, oder Lösungen von kohlensauren oder ätzenden Alkalilösungen, unter Abspaltung von Chlorwasserstoff oder Chlormetall in Hydroxylderivate über, welche das Violett darstellen. Beim Behandeln mit Schwefelsäureanhydrid soll in analoger Weise das auf 150° C. erhitzte Ultramarin in ein Sulfoderivat von röthlicher Farbe übergehen, welches durch Einwirkung von Alkalilösungen sich in schwefelsaures Alkali und Ultramarinviolett spaltet.

Nach den Untersuchungen von Lüssy (Ber. d. d. chem. Ges. 8 pag. 978) ist das violette Ultramarin, das ein Pulver von ziemlich hell violetter Farbe darstellt, mikroskopisch vollkommen homogen, ist in Wasser unlöslich und gibt selbst an kochendem Alkohol nichts lösliches ab. Säuren zersetzen es, wie das Ultramarinblau, sofort unter Schwefelwasserstoffentwicklung, ebenso wird es von Alaunlösungen energisch angegriffen und in der Wärme schon nach einigen Augenblicken, in der Kälte langsamer entfärbt, wobei es zuerst lilafärbig, dann immer heller und nach Verlauf von etwa 2 Tagen völlig weiss wird. Beim Erhitzen mit Natronlauge verwandelt es sich in ein blaues Pulver, während Schwefel und Kieselsäure gelöst werden, dagegen wirkt Ammoniak oder kohlensaures Natron selbst in der Wärme gar nicht darauf ein. Heisses Wasser nimmt 12·85 Proc. schwefelsaures Natron aus dem violetten Ultramarin auf, ohne den Farbenton zu ändern, kochende Natronlauge zieht 0·62 Proc. Schwefel und 12·44 Proc. Kieselsäure daraus aus und der Rückstand ist gewöhnliches, blaues Ultramarin, woraus Lüssy schliesst, dass das violette Ultramarin von dem blauen lediglich durch einen bedeutenden Mehrgehalt an Kieselsäure unterschieden ist.

Im Allgemeinen steht das violette Ultramarin den blauen Sorten an Reinheit und Lebhaftigkeit der Farbe erheblich nach und hat für die Praxis keineswegs jene Bedeutung, welche den blauen Ultramarinsorten zukommt.

Aus dem violetten Ultramarin bildet sich leicht rothes Ultramarin, wenn man dasselbe bei 130—150° C. der Einwirkung von Salpetersäuredämpfen aussetzt (vgl. d. D. R. Pat. für J. Zeltner in Nürnberg Nr. 1 und Nr. 228 vom 2. Juli 1878 s. a. Engl. Patent Nr. 3737 vom 9. Oct. 1878 für Reinh. Hoffmann). Nach letzterwähntem Patente entsteht bei Einwirkung von Säuren oder von Salzen, die bei höherer Temperatur Säuren abgeben, auf, unter Luftzutritt erhitztes, Ultramaringrün, Ultramarinblau oder auch sog. weisses Ultramarin (s. unten) ein rother Körper — Ultramarinroth.

Zeltner empfiehlt zur Darstellung von Ultramarinroth aus Ultramarinviolett folgendes Verfahren (vgl. D. R. Pat. Nr. 8327). In einem aus feuerfesten Steinen hergestellten Kasten von 2^{m} Länge, 0·75^{m} Breite und 0·6^{m} Höhe, der in einen gewölbten Ofen so eingemauert ist, dass er allseitig vom Feuer umspült wird und dessen Boden nur etwa 3^{cm}, die Seitenwände aber etwa 7^{cm} dick sind, während die Decke aus gleich dicken Platten wie der Boden gebildet wird, wird zunächst am Boden eine Anzahl flacher Pfannen vertheilt, welche zur Aufnahme der Salzsäure bestimmt sind, deren Dämpfe auf das erhitzte Ultramarin zur Einwirkung gebracht werden sollen. Die Pfannen, in deren jede ein über die Oberfläche des Ofens führendes irdenes Rohr mündet, welches zum Eingiessen der Säure dient, werden mit dünnen Thonplatten belegt, auf welche flache, mit etwa 6^{cm} hohen Füsschen versehene Tassen oder Platten aus Thon übereinander geschichtet werden, die mit einer etwa 1^{cm} hohen Schichte von Ultramarinviolett beschickt sind. Ist der Kasten mit diesen Tassen vollgesetzt, dann wird derselbe oben geschlossen, die Fugen von Aussen mit Lehm verstrichen und überdies noch ein einmaliger bis zweimaliger Wasserglasanstrich gegeben und nun ein kleines Feuer angelegt und so lange geheizt, bis der Inhalt des Kastens etwa auf 100° C. erhitzt ist. Nun wird das Feuer entfernt und durch die Rohre Salzsäure in die Pfannen eingegossen. Sobald die Säure verdampft und der Dampf auf das Ultramarin einwirkt, erhöht sich die Temperatur der Masse auf ca. 130° C., bei welcher man die Säuredämpfe durch einige Stunden lang einwirken lässt, indem man zugleich, durch zeitweilige Zufuhr neuer Säuremengen in die Pfannen, für den Ersatz der verdampften Säure sorgt. Sobald die Temperatur im Kasten unter 125° C. gesunken ist, was man mittels Thermometern, die in die zur Säurezufuhr dienenden Rohre eingeführt werden, controlirt, gibt man wieder ein schwaches Feuer und operirt in solcher Weise so lange, bis auf je 30 Kg. des zu verarbeitenden Ultramarins 20 Kg. einer Säure vom spec. Gew. 1·18 verdampft sind, was bei regelmässigem Gange der Operation im Verlaufe von etwa 12 Stunden der Fall sein wird. Das Ultramarinviolett erscheint nun in ein lebhaftes Roth verwandelt, das, wenn die Arbeit gelungen ist, auf allen einzelnen Platten ziemlich egal sein wird. Sollte dies nicht der Fall sein, so müssten bei dem nun folgenden Eröffnen des verkühlten Kastens die Platten, auf welchen die Umwandlung in Roth nicht vollständig erfolgt ist, ausgeschieden und bei einer zweiten Operation neuerlich der Einwirkung von Säure-Dämpfen ausgesetzt werden. Das so erhaltene Product wird nun durch Auslaugen von dem gebildeten Chlornatrium befreit und endlich getrocknet, bez. gemahlen und gesiebt. Für das Auslaugen empfiehlt es sich, ein schwach alkalisches Waschwasser zu verwenden und die Waschung möglichst rasch vorzunehmen. Das Trocknen muss bei möglichst niedriger Temperatur erfolgen, wie denn auch darauf zu achten ist, dass die Erhitzung bei Einwirkung der Salzsäuredämpfe 150° C. nicht überschreite. Das zur Darstellung anzuwendende Violett muss aus einem kieselsäurereichen, blauen Ultramarin hergestellt sein.

Wird Salzsäure bei höherer Temperatur als 150° C. auf Ultramarinviolett einwirken gelassen oder wird das Ultramarinroth nur wenig über den Siedepunkt des Quecksilbers, bei gleichzeitigem Luftzutritt erhitzt, so bildet sich Ultramaringelb, ein schmutziggelb gefärbtes Product, das als das Endproduct der Einwirkung von Salzsäure auf kieselsäurereiche Ultramarine anzusehen ist (vgl. Scheffer und K. Hoffmann Wagner Jahrb. 1879 pag. 437 und P. G. Silber Ber. d. d. chem. Ges. 1880 pag. 1854).

Die Beziehungen der einzelnen aus Ultramarinblau durch Salzsäureeinwirkung entstehenden Producte lassen sich am klarsten bei der Vergleichung der Zusammensetzungsverhältnisse des Ultramarinblaus mit dem des daraus entstehenden Violetts und endlich des Roths erkennen, wie eine solche folgende Zusammenstellung ermöglicht:

Es sind enthalten in 100 Thl.:	Ultramarinblau	Ultramarinviolett	Ultramarinroth
Silicium	19·07 Gew.-Thl.	18·91 Gew.-Thl.	19·39 Gew.-Thl.
Aluminium	13·04 „	13·55 „	13·80 „
Natrium	15·92 „	14·53 „	11·29 „

	Ultramarinblau	Ultramarinviolett	Ultramarinroth
Schwefel	14·09 Gew.-Thl.	12·39 Gew.-Thl.	12·44 Gew.-Thl.
Sauerstoff	37·88 „	40·62 „	43·08 „

woraus ersichtlich ist, dass die Bildung von Violett und weiters von Roth durch einen successiven Austritt von Natrium aus dem Ultramarin, unter gleichzeitiger Erhöhung des Sauerstoffgehaltes, erfolgt, welche Veränderung bei der Umwandlung in Gelb noch weiter vorschreitet, bei welchem Vorgange zugleich ein Ersatz von Schwefel durch Sauerstoff sich vollzieht. Stellt man für das Ultramarinblau die für kieselsäurereicheres Ultramarin gut stimmende Formel $Si_6Al_4Na_6S_4O_{20}$ auf, so würde für das Ultramarinroth die Formel $Si_6Al_4Na_3S_3O_{22}$ gesetzt werden können und der Process der Bildung des Roth liesse sich durch das Schema $Si_6Al_4Na_6S_4O_{20} + 2\,O = Si_6Al_4Na_3S_3O_{22} + Na_3 + S$ ausdrücken.

Was die Entstehungsweise und die Ansichten über die Natur des Ultramarins, bez. den Verlauf der zur Ultramarinbildung führenden Processe anbelangt, so sind hierüber die verschiedensten Theorien aufgestellt worden, von welchen hier nur das Wichtigste hervorgehoben werden soll.

Zunächst steht, wenigstens für kieselärmere Ultramarine, ausser Zweifel, dass der Bildung des Ultramaringrüns immer die Bildung einer Verbindung vorausgeht, welche in reiner Form weiss ist und erst in Folge secundärer Processe in Grün, beziehungsweise Blau übergeht. Dieses von Ritter als weisses Ultramarin, von Knapp als Ultramarinmutter bezeichnete Product, ist höchst wahrscheinlich das Ergebniss der sich zunächst vollziehenden Wechselwirkung zwischen dem Natrongehalte der Ultramarinmischung und dem Thon derselben einerseits und der Vereinigung des so entstehenden gesättigten Silicates mit Einfach Schwefelnatrium.

Man kann den Vorgang so auffassen, dass beim Erhitzen des Gemenges von Thon mit Soda und Schwefel, zunächst unter theilweiser Abscheidung des Wassers aus dem Thon, Natron in das Molekül desselben eintritt und so aus dem der Formel $Al_2Si_2O_7$ entsprechenden Thonerdesilicat ein Natron-Aluminium-Silicat von der Formel $Na_2Al_2Si_2O_8$ gebildet wird. Andererseits bildet sich aus der Wechselwirkung des Natrons mit dem Schwefel ein Einfach-Schwefelnatrium, welches sich selbst weiter mit dem Natron-Aluminium-Silicat verbindet und so ein Product liefert, dessen Zusammensetzung der Formel $Na_2Al_2Si_2O_8 + Na_2S$ oder $Na_4Al_2Si_2O_8S$ entspricht, die mit der Analyse des reinen weissen Ultramarins gut übereinstimmt, welche nach Hoffmann 17 Proc. Silicium, 16·6 Proc. Aluminium, 21·5 Proc. Natrium, 6·5 Proc. Schwefel und 38·4 Proc. Sauerstoff ergibt, während obiger Formel 15·4 Proc. Silicium, 15·0 Proc. Aluminium, 25·4 Proc. Natrium, 8·9 Proc. Schwefel und 35·3 Proc. Sauerstoff entsprechen würden.

Wird dem Ultramarinweiss durch geeignete Mittel, z. B. durch Einwirkung von Sauerstoff oder Chlor, Natrium entzogen, so geht dasselbe, ohne dass eine anderweitige Reaction erfolgen müsste, unter allmäliger Farbenveränderung in Ultramarinblau über. Dieser Austritt von Natrium vollzieht sich hiebei nur bezüglich des an das Silicat angelagerten Schwefelnatriums Na_2S, das hiedurch in ein mehrfach geschwefeltes Sulfid übergeht, welches in seiner Verbindung mit dem Natrium-Aluminiumsilicat das Ultramarinblau darstellt. Während sonach in der Ultramarinmutter der gesammte Schwefel in der Form von Einfach Schwefelnatrium (Monosulfuret) zugegen ist und dasselbe demnach entsprechend dem Verhalten der Monosulfide mit Säuren seinen gesammten Schwefelgehalt in der Form von Schwefelwasserstoff ausscheiden lässt, bildet sich bei der Einwirkung von Säuren auf Ultramarinblau neben Schwefelwasserstoff immer Schwefel im freien Zustande, wie dies bei der Zersetzung von Polysulfureten durch Säuren stets der Fall ist. Bei Ermittlung des Verhältnisses des in Form von Schwefelwasserstoff aus dem blauen Ultramarin durch Säuren abscheidbaren Schwefels zu dem im freien Zustande zur Ausscheidung kommenden Schwefelgehalte hat Hoffmann gefunden, dass auf 1 Atom als Schwefelwasserstoff abscheidbaren Schwefels (a-S) nahezu 3 Atome von freiem Schwefel (b-S) zur Ausscheidung kommen, woraus sich für das in dem blauen Ultramarin vorhandenen Natriumsulfid die Formel Na_2S_4 ableiten lässt, welches diesem Verhältnisse des zu Monosulfid gebundenen (a-S), zu dem zu Polysulfid gebundenen (b-S) entspricht, sofern es sich als $Na_2S + S_3$ ansehen lässt. Darnach müsste mit Rücksicht auf die Zusammensetzungsverhältnisse des blauen Ultramarins demselben die Formel $4(Na_2Al_2Si_2O_8 + Na_2S_4)$ zugeschrieben werden, welche 17·0 Proc. Silicium, 16·6 Proc. Aluminium, 17·6 Proc. Natrium, 9·8 Proc. Schwefel und 39 Proc. Sauerstoff verlangt, während die Analyse für ein reines Ultramarinblau 18·2 Proc. Silicium, 16·1 Proc. Aluminium, 17·3 Proc. Natrium, 8·4 Proc. Schwefel und 40·0 Proc. Sauerstoff ergibt und das Verhältniss des aS zum $bS = 1·51 : 4·62$, d. i. $= 1 : 3$ aufweist.

Wird diese Formel für das Ultramarinblau angenommen, dann würde die Bildung des Blaus aus der Ultramarinmutter durch das Schema

$$4(Na_2Al_2Si_2O_8 + Na_2S) - Na_6 = 4(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2S_4$$

auszudrücken sein.

Wenn bei Vergleichung der für die angenommenen Formeln berechneten Werthe mit den gefundenen sich keine volle Uebereinstimmung erkennen lässt, sondern, namentlich in dem Gehalte an Silicium und Sauerstoff, grössere Abweichungen gefunden werden, so lässt sich dies durch den Umstand erklären, dass mehr oder weniger jedes Ultramarin noch unzersetzte Thonsubstanz als Beimengung enthält, sowie dass auch in den Producten der Ultramarindarstellung leicht ein Ueberschuss an Schwefelnatrium vorhanden ist. Die Gegenwart dieses Ueberschusses an Schwefelnatrium ist ohne Zweifel wesentlich für die Entstehung des grünen Ultramarins, dessen Zusammensetzung entschieden dafür spricht, dass es einen, wenn auch geringen, so doch bezifferbaren Mehrgehalt an Schwefel gegenüber dem weissen Ultramarin enthält. Man hat daher das grüne Ultramarin als eine durch einen Mehrgehalt an Schwefelnatrium verändertes Ultramarinblau angesehen (Philipp, s. Ber. d. d. chem. Ges. 9 pag. 1109 und 10 pag. 1227) oder nimmt wie schon früher Breunlin (s. Ann. Chem. Pharm. 97 pag. 295) ausgesprochen hat, an, dass dasselbe im Gegensatze zum Ultramarinweiss, welches Einfachschwefelnatrium, und zum Blau, welches ein höheres Natriumsulfid (Na_2S_3 oder vielleicht Na_2S_5) enthält, zweifach Schwefelnatrium Na_2S_2 enthalte. Thatsache ist, dass das Ultramarinweiss durch Einwirkung von schwefliger Säure bei höherer Temperatur in Grün übergeht, ebenso wie es durch Behandeln mit Chlor bei 300° C. sich in Grün verwandelt. Bei Einwirkung von schwefliger Säure wird zugleich Schwefel abgeschieden, was nach Ritter (s. d. Inaug. Dissertat. „Ueber das Ultramarin“, Göttingen 1860) seine Erklärung darin findet, dass $2Na_2S + 2SO_2$ sich umsetzen können zu $Na_2SO_4 + Na_2S_2 + S$, so dass sonach aus dem einfach Schwefelnatrium des weissen Ultramarins zweifach Schwefelnatrium und Schwefel gebildet werden. Philipp führt für seine Ansicht die Thatsache an, dass blaues Ultramarin durch Glühen mit Schwefelnatrium in grünes übergehen könne, während andererseits durch Erhitzen von grünem Ultramarin mit Wasser auf 160° C im zugeschmolzenen Rohre sich eine schöne hellblaue Verbindung bildet, ohne dass etwas Anderes als geringe Mengen von Natriumverbindungen in die wässrige Lösung übergehen. Für die Annahme der Existenz von zweifach Schwefelnatrium im Ultramaringrün spricht der Umstand, dass das reine Ultramarinweiss beim Erhitzen unter Luftzutritt auf 300—400° C. allmälig in ein Grün übergeht, während ein an Schwefelnatrium reicherer Rohbrand hiebei directe Blau liefert, sowie dass andererseits das Grün durch Entziehung von Natrium sich directe in Blau verwandelt.

Es ist indessen auch wohl zu beachten, dass alles Ultramarin einen Theil seines Schwefelgehaltes in Form von Oxydationsstufen des Schwefels enthält u. z. namentlich in Form von unterschwefligsaurem und schwefelsaurem, z. Thl. auch schwefligsaurem Natron, die dem Ultramarin durch selbst lang fortgesetztes Waschen nicht entzogen werden können und von denen man also annehmen muss, dass sie entweder in Form unlöslicher Doppelverbindungen vorhanden sind oder dass sie mechanisch von der Ultramarinsubstanz so fest zurückgehalten werden, dass sie durch Wasser nicht ausgelaugt werden können. Die Annahme, dass die Salze der Sauerstoffsäuren, namentlich wie Wilckens (vgl. Ann. Chem. Pharm. 99 pag. 21) meint das unterschwefligsaure Natron, wesentlich für die Constitution des Ultramarinblaus sind, dürfte schwer zu rechtfertigen sein, da dieses Salz nicht nur bei höheren Temperaturen unbeständig ist und in Schwefelnatrium und schwefelsaures Salz zerfällt, sondern auch mehrfache andere Gründe directe gegen eine solche Theorie sprechen (vgl. auch Knapp und Ebell, Dingl. pol. Journ. 229 pag. 69 und 173). Dagegen darf man wohl annehmen, dass dem Ultramarin unter verschiedenen Verhältnissen wechselnde Mengen eines Doppelsalzes von Natrium-Aluminium-Silicat mit Natriumsulfat, wie sich ein solches als Nosean natürlich findet, beigemengt sein können und Heumann (s. Ann. Chem. Pharm. 199 pag. 253, 201 pag. 262 und 203 pag. 174) fasst den Process der Bildung von Ultramarin (für das kieselarme Ultramarin) geradezu so auf, dass er annimmt, es gehe der Kaolin ($H_2Al_2Si_2O_8 + H_2O$) beim Glühen mit Soda zunächst in Nephelin ($Na_2Al_2Si_2O_8$) und dieser, unter der Einwirkung von Schwefel, einerseits in eine dem Hauyn (Nosean) gleiche Verbindung $2(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2SO_4$ andererseits in weisses Ultramarin $2(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2S$ über, welches sich endlich in grünes Ultramarin $2(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2S_2$ verwandelt.

Für die kieselreichen Ultramarinsorten lassen sich die für die kieselarmen Verbindungen aufgestellten Ansichten nicht ohne Weiteres anwenden und liegen bei diesen Präparaten die Verhältnisse zweifellos wesentlich anders. Zunächst ist es bisher nicht gelungen, eine dem Ultramarinweiss der kieselarmen Verbindung analoge Verbindung zu erhalten, vielmehr lieferten Versuche zur Darstellung eines solchen ein blaugrün gefärbtes Product, welches neben *a*-Schwefel auch *b*-Schwefel enthält. Geht man von der Annahme aus, dass dem kieselreichen Ultramarin das Silicat $H_2Al_2Si_3O_{10} + 2H_2O$ zu Grunde liegt, so würde dieses bei Einwirkung von Soda zunächst in ein Silicat $Na_2Al_2Si_3O_{10}$ übergehend gedacht werden können, das dem Mesotyp (Natrolith) oder dem zersetzten Sodalith gleichkäme und diesem würde als hypothetisches weisses Ultramarin die Verbindung $Na_2Al_2Si_3O_{10} + 2Na_2S$ entsprechen, welche in Ultramarinblau von der Formel $2(Na_2Al_2Si_3O_{10}) + Na_2S_4$ übergehen könnte (vgl. Hoffmann, „Ueber Ultramarin“, Frankfurt 1873). Die Beziehungen dieses zu dem Ultramarinroth und dem Ultramaringelb fänden dann in den Formeln $5(Na_2Al_2Si_3O_{10}) + 2Na_2S_5$ und $2(Na_2Al_2Si_3O_{10}) + Na_2S_3O_4$ ihren Ausdruck (vgl. Scheffer, B. d. d. chem. Ges. 6 pag. 1450).

Diesen über die Constitution des Ultramarins aufgestellten Ansichten, welche in dem Ultramarin eine bestimmte chemische Verbindung annehmen, steht die namentlich von Stein (s. Journ. f. prakt. Chem. 3 pag. 38, 4 pag. 276, 14 pag. 387) vertretene Ansicht gegen-

über, welche das Ultramarin nicht als eine bestimmte chemische Verbindung sondern als ein Gemenge ansieht, das bestimmten physikalischen bez. optischen Verhältnissen seine Farbe verdankt. Stein z. B. nimmt an, dass in dem Ultramarin der Schwefel in der Form von schwarzem Schwefelaluminium enthalten ist, welches im Zustande höchst feiner Vertheilung, gewissermassen in molekularer Form, mit einer weissen Grundmasse gemengt ist und so den Eindruck des Blau hervorruft, etwa so wie der dunkle Weltraum durch die in der Atmosphäre schwebenden weissen Nebelbläschen blau erscheint, oder wie Milch durch Beimischung von Russ blau gefärbt wird (vgl. a. Wagner, Jahrber. d. chem. Technol. 1855 pag. 117 und 1868 pag. 311). Gegen solche Annahmen lässt sich, abgesehen von der ziemlichen Gleichmässigkeit der Zusammensetzungsverhältnisse in den verschiedensten Ultramarinen, nicht allein das Auftreten anders als blau gefärbter Ultramarine aufführen, sondern es spricht gegen dieselbe namentlich die Thatsache, dass sich unter passenden Umständen das Ultramaringrün wie das Ultramarinblau in Form von Krystallen erhalten lässt, wie solche von Hoffmann und Grünzweig (s. Ber. d. d. chem. Ges. 9 pag. 864), dann von Vogelsang und von Fischer (s. Dingl. pol. Journ. 221 pag. 564) beobachtet worden sind und deren Existenz beweist, dass die Blaufärbung eine specifische Eigenschaft des Ultramarinmoleküls und nicht das Ergebniss einer optischen Täuschung ist. Für die Berechtigung der Annahme einer bestimmten chemischen Verbindung im Ultramarin ist aber endlich auch insbesondere das von Unger (s. Dingl. pol. Journ. 212 pag. 232 u. 242) entdeckte Verhalten des Ultramarins von Belang, dem zu Folge Ultramarin bei fortgesetzter Einwirkung von Silbernitrat den grössten Theil seines Natriumgehaltes gegen Silber austauscht und in eine Verbindung übergeht, welche als wahres Silberultramarin angesehen werden muss. Diese Verbindung stellt ein rein gelbes Pulver dar, welches selbst bei der stärksten Vergrösserung sich lediglich aus intensiv citronengelben glashellen Körnern bestehend erweist (vgl. a. Heumann, Ber. d. d. chem. Ges. 10 pag. 991 und Philipp, ebendas. 10 pag. 1227), welche beim Schmelzen mit salpetersaurem Natron wieder in gewöhnliches blaues Ultramarin zurückverwandelt werden können. Andererseits hat man auch durch Ersatz des Schwefels im Ultramarin durch andere, dem Schwefel analoge Elemente, wie Selen und Tellur, farbige Verbindungen erhalten, wie z. B. ein braunes bis purpurrothes Selenultramarin und ein grünes und gelbes Tellurultramarin (vgl. Leykauf, Wagn. Jahrber. 1876 pag. 555, Guimet, Chem. Centrlbl. 1878 pag. 85). Ueber die Constitution des Ultramarins und die Processe der Ultramarinbildung vgl. übg. a. die Arbeiten von Knapp und Ebell in Dingl. pol. Journ. 229 pag. 69, Plicque, Chem. Indust. 1878, Nr. 1, pag. 17, D. Morel, Bull. d. l. soc. chim. 1878, 28 Nr. 11, pag. 522, Büchner, Dingl. pol. Journ. 232 pag. 429, Forcrand, Ber. d. d. chem. Ges. 1879 pag. 376, Lehmann, Dingl. pol. Journ. 233 pag. 233 u. 331, Rickmann, Dingl. pol. Journ. 232 pag. 164, Guckelberger, Ann. Chem. Pharm. 213 pag. 182 u. A. m).

Das Ultramarin u. z. speciell das Ultramarinblau findet eine ausgedehnte Verwendung in der Praxis und dient namentlich als relativ billigste blaue Farbe in den verschiedensten Zweigen der Industrie. Hauptsächlich findet es Anwendung als Maler- und Anstrichfarbe, zur Herstellung von Buntpapieren, in der Zeugdruckerei, ferner aber allgemein als Mittel zur Blendung gelber Farbentöne, so zum Bläuen der Wäsche, der Stärke, der Papierzeuge, des Zuckers, des Stearins und dgl., dann endlich zum Färben von Nahrungs- und Genussmittel, für welche Zwecke es seiner Unschädlichkeit wegen anstandslos verwendbar ist. Auch das Ultramaringrün findet namentlich als Anstrichfarbe, zumal zum Tünchen von Wänden und auch sonst in ähnlicher Weise wie blaues Ultramarin Verwendung, doch ist seine Anwendung keineswegs so allgemein wie die des Ultramarinblaus, an die auch jene des Ultramarinvioletts und des Ultramarinroths auch nicht im Entferntesten heranreicht.

Je nach dem Zwecke seiner Verwendung wird das Ultramarinblau in verschiedenen Qualitäten, Farbnuancen und Formen in den Handel gebracht. Man unterscheidet die Handelssorten nach der Farbennuance in: Reinblau, röthlich und grünlich, nach der Farbentiefe: dunkel, mittel und licht und nach der Form: Ultramarinblau in Pulver, Ultramarinblau in Kugeln oder Würfeln, endlich Ultramarin en pâte. In allen Nuancen unterscheidet man überdies gewöhnliches Ultramarin und Ultramarin für technische Zwecke, unter welch' letzterem Begriffe man überhaupt nur Sodaultramarine zu verstehen pflegt.

Das Ultramarin in Kugeln oder Würfeln wird durch Ankneten des Ultramarins mit schwachen Gummi- oder Dextrinlösungen zu einem Teige, Pressen desselben zu Platten oder Stangen, welche zu Würfeln geschnitten werden, die nach theilweiser Trocknung in Rollfässern zu Kugeln geformt oder directe völlig getrocknet und als Würfeln in den Handel gebracht werden. Ultramarin en pâte

wird durch Abpressen des farbkräftigen Schlamms bis zu einem Wassergehalte von 30—38 Proc. erhalten und in Fässer oder Büchsen verpackt, in den Verkehr gebracht. Eine besondere Sorte ist Ultramarin en pâte für Buntpapierfabrication. Dasselbe zeichnet sich durch seine hohe Satinirfähigkeit aus, welche dadurch erzielt wird, dass das höchst fein vertheilte, durch Ruhe nicht mehr zur Abscheidung kommende Ultramarin aus den letzten Schlämmwässern durch Zusatz einer Lösung von Natronhydrat oder Wasserglas gefällt und leicht abgepresst wird.

Das Ultramarin des Handels ist vielfach verfälscht (gestreckt), insoferne das reine Ultramarinblau ganz allgemein, behufs Herstellung einer billigen Waare mit werthlosen Zusätzen, insbesondere mit Gyps oder anderen billigen weissen Pulvern, innig vermengt wird, wobei man mitunter noch den Kunstgriff anwendet, dass man durch Zusatz von Syrup dem Gemenge eine satter blaue Färbung gibt und so die Einverleibung weit grösserer Mengen von Gyps ermöglicht, als bei der Mischung der trockenen Materialien möglich wäre (verzuckertes Ultramarin). Man hat hiernach reine und gemischte Ultramarine zu unterscheiden.

Um sich bei Anschaffung von Ultramarin vor einer Uebervortheilung zu schützen, ist es daher durchaus nöthig, sich von der Reinheit und dem Grade der Farbkräftigkeit des Präparates zu überzeugen, da ein mit einem Zusatze vermischtes Ultramarin unbedingt weniger ausgiebig sein wird als ein reines Ultramarin guter Qualität. Uebrigens ist der Grad des Farbenreichthums auch bei unverfälschten Ultramarinen keineswegs gleich, so dass zur Beurtheilung des relativen Werthes reiner Ultramarinsorten die Ermittlung ihres Farbenreichthums (ihrer Ausgiebigkeit) nicht umgangen werden kann. Sonach wird es die erste Aufgabe der Ultramarinprüfung sein, eine Bestimmung des Grades der Farbkräftigkeit auszuführen.

Eine solche lässt sich am einfachsten in der Art vornehmen, dass man eine genau gewogene Menge des zu untersuchenden Ultramarins mit einer bestimmten Gewichtsmenge von einem indifferenten weissen Pulver, am besten feingemahlenem Alabaster, innig vermengt und die Färbung des erhaltenen Gemenges mit Typen vergleicht, die durch Vermengen eines anerkannt höchst farbkräftigen Ultramarins mit verschiedenen Mengen desselben indifferenten weissen Pulvers hergestellt sind. Gesetzt, man hätte von dem zu untersuchenden Ultramarin eine Mischung von 1 Gew.-Thl. mit 20 Gew.-Thl. Alabasterpulver hergestellt und das so erhaltene Gemenge würde gleich gefärbt erscheinen mit jener Type, welche aus 1 Thl. des normalen, zur Vergleichung verwendeten Ultramarins mit 40 Thl. Alabastermehl erhalten wurde, so folgt, dass die Ausgiebigkeit des untersuchten Präparates nur halb so gross ist, wie jene der Vergleichsfarbe.

Zur Prüfung auf eine Verfälschung (Streckung) des Ultramarins mit Zusätzen kann einerseits die mikroskopische Untersuchung dienen, welche das Vorhandensein solcher Beimischungen häufig leicht erkennen lässt, andererseits kann man, namentlich Zusätze von Gyps (Alabasterpulver) leicht dadurch nachweisen, dass man das zu prüfende Ultramarin mit einer Lösung von unterschwefligsaurem Natron oder essigsaurem Natron bei Kochhitze behandelt und die vom Ultramarin abfiltrirte Lösung mit oxalsaurem Ammon auf einen Kalkgehalt prüft, bei dessen Gegenwart oxalsaures Ammoniak einen pulverigen weissen Niederschlag von oxalsaurem Kalk hervorbringt.

Entscheidend für den relativen Werth eines Ultramarins ist ferner der Grad der Feinheit der Farbe, der nicht nur in gewissem Sinne selbst von Einfluss auf die Ausgiebigkeit, sondern namentlich für gewisse Verwendungsarten des Ultramarins von besonderem Belang ist. Zur Bestimmung des Feinheitsgrades kann man sich der einfachen Schlämmprobe bedienen, welche darauf beruht, dass man eine bestimmte Menge, z. B. 1 Grm. des zu prüfenden Ultramarins durch Anreiben und tüchtiges Schütteln in 100^{cc} Wasser vertheilt, die Flüssigkeit in einen höheren Glascylinder bringt und beobachtet, innerhalb welcher Zeit eine Bodensatzbildung eintritt und wie lange Zeit es erfordert, bis sich die Farbe vollkommen

abgesetzt hat. Es wird hiebei von zwei mit einander zu vergleichenden Ultramarinproben offenbar diejenige, welche die feinere Vertheilung zeigt, mehr Zeit zur Bildung eines Bodensatzes und endlich zur vollkommenen Klärung brauchen als die gröbere. Brenner (s. Dingl. pol. Journ. 214 pag. 248) empfiehlt für diese Prüfung 2 Grm. des zu untersuchenden Ultramarins mit wenig Wasser gleichmässig zu verreiben und den Brei zu 300^0 C. zu verdünnen, die Mischung in einen grösseren Cylinder zu bringen und unmittelbar nach dem Durchrühren einen etwa 40^{cm} langen und 5^{cm} breiten Streifen von weissem Calicot in die Flüssigkeit einzuhängen, so dass derselbe den Boden des Cylinders berührt, und eine Stunde lang darin hängen zu lassen. Man wird nun schon an der Höhe, bis zu welcher die von dem Streifen aufgesogene Flüssigkeit diesen, in dem nicht eingetauchten Theile blau färbt, schliessen können, ob die Farbe einen höheren oder geringeren Feinheitsgrad zeigt, da nur die feinsten Ultramarintheilchen von dem Zeugstreifen mit dem durch Capillarwirkung aufgesogenen Wasser gehoben und also in den nicht eintauchenden Theil des Streifens eindringen werden. Andererseits aber wird man, wenn man den Zeugstreifen aus der Flüssigkeit heraushebt, ihn abtropfen und endlich abtrocknen lässt, nach dem Grade der Sattheit der Färbung einen Schluss auf die relative Feinheit zweier oder mehrerer mit einander zu vergleichender Ultramarinproben ziehen können, da der Streifen natürlich um so satter gefärbt erscheinen wird, je feiner das Ultramarin, welches man in solcher Weise in Wasser vertheilt hat, war.

Weiters kommt natürlich für die Beurtheilung verschiedener Ultramarinsorten die Farbnuance selbst in Betracht, die bei verschiedenen Waaren sehr verschieden sein kann, so dass man z. B. von blauen Ultramarinen zahllose Nuançirungen von grünblau durch reinblau zum röthlichblau, bez. violettblau unterscheiden kann. Zur Ermittlung der Nuançe bedarf es nicht nur eines gut ausgebildeten Farbensinnes, sondern auch der Anwendung gewisser Kunstgriffe, ohne welche man die oft minimalen Nuançeunterschiede gar nicht wahrzunehmen vermag. Am einfachsten ist es zu diesem Ende so zu verfahren, dass man von zwei mit einander bezüglich ihrer Farbnuançe zu vergleichenden Ultramarinproben, zunächst eine geringe Quantität der einen auf ein Blatt weissen glatten Papieres bringt, dieselbe mit einer flachen, blanken Messerklinge oder einem Glasstreifen platt drückt und glättet und sodann auf die Mitte dieser Farbschichte ein Pröbchen des zweiten Ultramarins bringt und dieses, ohne es mit dem unterliegenden zu mischen, plattdrückt und glättet. Man wird so die feinsten Nuançenunterschiede wahrnehmen können, wenn man die übereinanderliegenden Farbschichten bei guter Beleuchtung betrachtet und zumal dann nicht leicht irren können, wenn man zugleich einen zweiten Versuch so anstellt, dass man die Probe, welche früher die obere Schichte bildete, als Grund nimmt und die zweite auf diese aufträgt.

Endlich kommt es für die Werthbestimmung des Ultramarins, namentlich für gewisse Zwecke der Verwendung desselben, z. B. für die Färbung von Papierzeug u. dgl. auch darauf an, zu ermitteln, ob das Ultramarin gegen schwache Säuren oder saure Salze widerstandsfähig ist und welchen Grad solcher Widerstandsfähigkeit (Alaunfestigkeit) dasselbe hat. Die Prüfung in dieser Richtung wird allgemein in der Art vorgenommen, dass man bestimmt, wie lange ein zu untersuchendes Ultramarin in einer Alaunlösung seine Farbe behält. Zu diesem Zwecke rührt man eine bestimmte Menge des Ultramarins mit dem 10fachen Gewichte einer Lösung von reinem Kalialaun (1 Thl. zu 20 Thl. Wasser) an und lässt in der Kälte stehen, indem man die Zeitdauer bestimmt, innerhalb welcher die Entfärbung eintritt, bez. ermittelt, ob innerhalb längerer Zeit überhaupt eine bemerkbare Verblassung sich einstellt. Von Wichtigkeit ist es für solche Versuche, dass man, wenn es gilt, die Alaunfestigkeit mehrerer Sorten Ultramarin zu vergleichen, unter möglichst gleichen Temperaturverhältnissen arbeitet.

Die Mannigfaltigkeit und Allgemeinheit der Verwendung des Ultramarins lässt es begreiflich erscheinen, dass der Consum an diesem Producte ein sehr bedeutender ist, so dass grosse Fabriksanlagen sich mit der Production dieses Farb-

körpers befassen, von dem gegenwärtig in Europa mehr als 10 Millionen Kilogramm jährlich erzeugt werden. In Oesterreich sind die bedeutendsten Fabriken für Ultramarin: Sehneider in Neunkirchen bei Wien, Joh. Setzer (Inhaber Rud. Horny) mit den Fabriken zu Weitenegg an der Donau und Karbitz in Böhmen, Joh. Dav. Starck in Břas in Böhmen. In Deutschland sind die bedeutendsten Fabriken: Die Rheinische Ultramarinfabrik von C. Leverkus in Leverkusen bei Cöln, die Nürnberger Ultramarinfabrik, W. Büchner in Pfungstadt, von Waitz's Erben in Hirschberg bei Cassel, J. Curtius in Duisburg, C. A. Meier in Hannover, Blaufarbenwerk Marienberg in Bensheim, Ultramarinfabrik Sophienau Coburg; Hannovrische Ultramarinfabrik zu Linden, Ultramarinfabrik Schneeberg, Ultramarinfabrik Kaiserslautern, Egestorff's Salzwerke zu Linden-Hannover, Adam & Co. in Nürnberg. Von bedeutenden französischen Fabriken sind zu nennen: E. Guimet in Lyon, Eug. Brasseur, Mellez-le-Gand, G. W. Dornemann, Lille, Deschamps frères zu Vieux-Jean heurs und Lisle en Rigault, F. Richter in Lille, vom englischen: Rawlings and Sons zu Rainhill, Prescott, Lancashire. *Gtl.*

Ultramarindruck, s. b. Zeugdruckerei.

Ultramaringelb, s. b. Ultramarin.

Ultramaringrün, s. b. Ultramarin.

Ultramarinpapier. Von W. Stein zur Nachweisung freier Säure (speciell in schwefels. Thonerde) empfohlenes Reagenzpapier, welches durch Auftragen eines mit einem passenden Bindemittel (Caragheenschleim) versetzten Ultramarinbreies auf ungeleimtes Papier herstellbar ist und dessen Anwendbarkeit auf der Entfärbung säureempfindlichen Ultramarins beruht. Die Verlässlichkeit dieses Reagenzpapiers ist übrigens sehr zweifelhaft. *Gtl.*

Ultramarinroth, s. b. Ultramarin.

Ultramarinviolett, s. b. Ultramarin.

Ultramarinweiss, Ultramarinmutter, s. b. Ultramarin.

Umbaree, s. m. Hibiscushanf (Bombayhanf), s. d. IV pag. 336.

Umbelliferon, d. i. das Anhydrid der Umbelliferonsäure, welches bei der trockenen Destillation der verschiedensten Umbelliferenharze, sowie des weingeistigen Extractes der Seidelbastrinde erhalten wird. Zur Darstellung destillirt man den in Alkohol löslichen Theil des Galbanumharzes bei möglichst hoher Temperatur, presst das Destillat ab und krystallisirt den Pressrückstand aus Wasser um. Man erhält es so in Gestalt zarter nadelförmiger Krystalle, die farblos, fast unlöslich in kaltem, dagegen löslich in 100 Thl. sied. Wassers sind, sich schwer in Aether, leicht in Alkohol lösen und bei 223—224° C. schmelzen. Conc. Schwefelsäure löst es unzersetzt zu einer intensiv blau fluorescirenden Flüssigkeit. Beim Erhitzen zeigt es einen stark an Cumarin erinnernden Geruch. Seine Zusammensetzung entspricht der Formel $C_9H_6O_3$ und seine Constitution kann durch das Schema $OH{-}C_6H_3\genfrac{}{}{0pt}{}{-OCO\diagdown}{-CH{=}CH}$ ausgedrückt werden. In Kalilauge löst es sich unzersetzt, beim Erwärmen der Lösung auf 60—70° C. geht es aber in die Umbelliferonsäure $C_9H_8O_4$, d. i. $(OH)^2{-}C_6H_3{-}CH{=}CH{-}COOH$ mit der 1 : 2 : 4 Stellung der CH und der beiden Hydroxylgruppen über. Man gewinnt diese Säure durch Ansäuren der etwa $^1/_4$ Stunde lang auf 70° C. erhitzten kalischen Lösung des Umbelliferons, mit Salzsäure, in Gestalt eines gelblichen Pulvers, das in Alkohol und warmen Wasser löslich, in Aether und Benzol unlöslich ist und schon beim längeren Erhitzen seiner wässrigen Lösung verharzt. Bei 240° C. beginnt es sich zu bräunen und bei 260° C. ist es völlig zersetzt. Von den Salzen dieser Säure ist das Calcium- und Bariumsalz in Wasser löslich, das Blei- und Kupfersalz unlöslich. Silberlösung wird bei Gegenwart von Ammoniak unter

Bildung eines Silberspiegels reducirt. Auch Umbelliferon reducirt in der Hitze Silbersalze, dagegen nicht Kupfersalze. Durch Behandeln mit Natriumamalgam wird Umbelliferon in Umbellsäure $C_9H_{10}O_4$, d. i. $(OH)^2—C_6H_3—C_2H_4—COOH$, mit der 1 : 2 : 6 Stellung, der C_2H_4 und der beiden Hydroxylgruppen verwandelt, welche, in kaltem Wasser schwer, in Alkohol und Aether leicht lösliche körnige Krystalle bildet, die mit Eisenchloridlösung sich grün färben und noch energischer reducirend wirken als Umbelliferon, soferne sie ammon. Silberlösung schon in der Kälte und in der Hitze auch alkal. Kupferlösung reduciren (vgl. Zwenger, Annal. Chem. Pharm. 115 pag. 15, Hlasiwetz u. Grabowski, Ann. Chem. Pharm. 139 pag. 100, Tiemann u. Reimer, Ber. d. d. chemischen Ges. 12 pag. 994). *Gtl.*

Umbelliferonsäure, s. b. Umbelliferon.

Umbellol wurde der bei 215—216° C. siedende Antheil des Oels der californischen Lorbeerblätter *(Laurus californica)* genannt, der stark aromatisch riecht und der Formel $C_8H_{12}O$ entsprechend zusammengesetzt ist (vgl. Stillman, Ber. d. d. chem. Ges. 13 pag. 629). *Gtl.*

Umbellsäure, s. b. Umbelliferon.

Umbiegmaschine, s. Blechbearbeitung I pag. 547.

Umber, s. Umbra.

Umbra *(terre d'ombre — umber)*, Umber, Min. Leberbraune bis kastanienbraune derbe Massen von flachmuschligem Bruche, höchst feinerdig, mild, matt, im Striche etwas glänzend, undurchsichtig, an der Zunge stark haftend. Härte = 1·5, spec. Gew. = 2·2. Ist ein wasserhaltiges Eisen-Manganoxyd-Silicat mit geringem Thonerdegehalte. Findet sich auf Cypern und hat unter dem Namen echte Umbra oder türkische Umbra Verwendung als braune Farbe für Oel- und Wassermalerei, zur Herstellung dunkler Firnisse, als Vergoldergrund u. s. w. gefunden. Unter dem Namen Umbra, u. z. speciell als kölnische Umbra, Umbraun (*terre de Cologne — Cologne earth*), auch Casslerbraun oder Kesselbraun, Van Dyksbraun u. s. w. genannt, kommen verschiedene Sorten von erdiger Braunkohle, bez. von aus solcher dargestellten Producten in den Handel, welche vornehmlich von den Fundorten Brühl und Kirdorf bei Cöln, Bensberg, Albrath etc. im Bergischen, Frechen u. a. O. im Julichischen, Saalfeld in Thüringen, sowie von Spoleto in Umbrien (Kirchenstaat), Habichtswalde bei Cassel (Casseler Braun) u. s. w. stammen und durch Mahlen und Schlämmen als Farbe verwendbar gemacht werden. Solche Umbra ist viel leichter als echte Umbra und unterscheidet sich von dieser überdies dadurch, dass sie beim Erhitzen unter Entwickelung eines Kohlengeruches und Hinterlassung eines geringen Aschenrückstandes verbrennt, während echte Umbra feuerbeständig ist und je nach dem Grade der Erhitzung verschiedene, theils dunkelschwarz-braune, theils röthlich-braune Nuançen liefert, die als gebrannte oder holländische Umbra bekannt sind. Die kölnische Umbra bildet ein wohlfeiles Surrogat der echten Umbra und wird gleich dieser als Farbe verwendet. Für Herstellung besonders feiner Farben löst man sie in conc. Kalilauge und fällt die erhaltene Lösung mit Salzsäure, wobei man einen zarten braunen Niederschlag erhält, der gewaschen und getrocknet als brauner Carmin in den Handel kommt. *Gtl.*

Umbraerde, s. m. Umbra echte.

Umbraun, s. m. Umbra kölnische.

Umdruck, Umdruckpapier, s. Lithographie V pag. 605.

Umdruckfarben, Umdrucktinten, s. b. Tinte IX pag. 494.

Umfangsmethode, s. Messen VI pag. 60.

Umgut werden in der Alaunsiederei die an den Wandungen der Krystallisationskästen angelagerten Krusten von Alaunkrystallen genannt. *Gtl.*

Umschlageisen *(fer à rabattre — hatchet-stake)*. Ein Werkzeug zum Umbiegen der Ränder von Blechen. S. Blechbearbeitung I pag. 546.

Umschmelzbetrieb. Das Umschmelzen des Roheisens zum Behufe der Giesserei oder des Bessemerns. *E.*

Undecine wird eine Gruppe von ungesättigten Kohlenwasserstoffen, der allgemeinen Formel $CnH_2n—2$ (Acetylenreihe) genannt, welche 11 Kohlenstoffatome und 20 Wasserstoffatome enthalten, also nach der Formel $C_{11}H_{20}$ zusammengesetzt sind. Das einzige bisher gekannte Glied dieser Reihe ist das Rutyliden, das bei 198—202° C. siedet. *Gtl.*

Undecolsäure, s. b. Undecylensäure.

Undecylene, Benennung einer Gruppe von ungesättigten Kohlenwasserstoffen der allgemeinen Formel $CnH2n$ (Alkylenreihe), welche 11 Kohlenstoffatome und 22 Wasserstoffatome enthalten, sonach nach der Formel $C_{11}H_{22}$ zusammengesetzt sind. Von den Isomeren dieser Gruppe ist eines durch trockene Destillation von Fischthran-Kalkseife erhalten, das bei 195·4° C. siedet, ein anderes durch Ueberhitzen von Paraffin, das bei 193—195° C. siedet, eines durch Destillation des Hendekatylbromids aus Rautenöl ($C_{11}H_{23}Br$), d. i. das Hendekatylen, das bei 192—193° C. siedet. Auch im Erdöle von Burmah findet sich ein Kohlenwasserstoff gleicher Formel, der bei 195·9° C. siedet. *Gtl.*

Undecylensäure, Säure von der Formel $C_{11}H_{20}O_2$, die bei der trockenen Destillation von Ricinusöl im luftverdünnten Raume, neben Oenanthol und anderen Zersetzungsproducten entsteht und eine krystallinische Masse vom Schmelzpunkte 24·5° C. darstellt, die bei gewöhnlichem Drucke bei 275° C. unter Zersetzung siedet. Mit Brom liefert sie Krystalle eines Bromids von der Formel $C_{11}H_{20}Br_2O_2$ die bei 38° C. schmelzen und beim Erhitzen mit alkoholischer Kalilauge auf 180° C. unter Abspaltung von Bromwasserstoff in Undecolsäure $C_{11}H_{18}O_2$ übergehen, welche zarte, blättrige Kryställchen vom Schmelzpunkte 59·5° C. bildet, die schwer in Wasser löslich sind und beim Behandeln mit rauchender Salpetersäure Azelaïnsäure $C_9H_{16}O_4$ liefert. Mit schmelzendem Kalihydrat soll sie Oenanthsäure geben. Wird Undecylensäure mit Jodwasserstoff und rothem Phosphor auf 200—220° C. erhitzt, so bildet sich Undecylsäure, welche eine farblose, schuppige Krystallmasse darstellt, die bei 28·5° C. schmilzt und in Wasser unlöslich ist. Alkohol und Aether löst sie leicht. *Gtl.*

Undecylsäure s. b. Undecylensäure.

Undecylwasserstoffe, Kohlenwasserstoffe von der Formel $C_{11}H_{24}$ d. s. Grenzkohlenwasserstoffe von der allgemeinen Formel $CnH2n + 2$ (Paraffine), von welchen mehrere Isomere gekannt sind. So eines vom Siedepunkt 181° C. aus Petroleum, eines vom Siedepunkte 176 bis 178° C., das sich bei der Destillation von Fettsäuren mit überhitztem Wasserdampf bildet, eines vom Siedepunkte 180 bis 185° C. aus Amylalkohol und Zinkchlorid erhalten, und eines vom Siedepunkte 178 bis 180° C. beim Lösen von Spiegeleisen in Säuren entstehend. *Gtl.*

Ungarwasser, s. Parfumerie VI pag. 566.

Unghwarit, s. m. Nontronit VI pag. 373.

Unguent *(unguentum)*, s. m. Salbe VII pag. 513.

Universalfutter, s. Drehen II pag. 682.

Universalgelenk, Hook'scher Schlüssel, s. Kupplungen V pag. 221.

Universallack, s. Radicalpolitur VII pag. 256.

Universalofen rotirender, von Manes construirter Ofen zur Verhüttung von Quecksilbererzen, welcher gestatten soll, alle Operationen, als Rösten, Brennen,

Schmelzen sowie Trocknen und Reduciren von Erzen in demselben vorzunehmen. (Vgl. Dingl. pol. Journ. 220 pag. 528.) *Gtl.*

Universalwalzwerk, s. Eisenerzeugung III pag. 55.

Universalzünder nannten Forster und Warre in Wien eine von ihnen hergestellte Art von Cigarrenzündern, bei welchen die Zündung von der Zündmasse auf eine Lunte übertragen wurde, s. b. Zündwaarenfabrication. *Gtl.*

Universal-Centrumbohrer (*mèche à trois pointes universelle — expanding center-bit*). Ein Centrumbohrer für Holzarbeiten, welcher sich so verstellen lässt, dass er zum Bohren von Löchern verschiedenen Durchmessers dienen kann. *E.*

Unkraut-Auslesemaschinen, s. landwirthschaftliche Maschinen V pag. 313.

Unona-Parfum, s. m. Alan-Gilan, Hilan-Hilan, Ylang-Ylang, s. d.

Unrathscanal, s. Canalisation.

Unruhe (*balancier — balance*), s. Uhren pag. 760.

Unschlitt, s. m. Talg, s. b. Fette III pag. 428.

Unterantimonsäure, s. m. antimonsaures Antimonoxyd (auch antimonige Säure), s. Antimon I pag. 167.

Unterarsenigsäure-Sulfid, s. m. Realgar oder zweifach Schwefelarsen s. b. Arsen I pag. 199.

Unterbalken, s. Architrav I pag. 190.

Unterband, Gebinde, Bind, Wiel oder Wiedel, Fitze, s. Baumwollspinnerei I pag. 361.

Unterbau (*fondation — foundation*), s. Eisenbahn III pag. 60.

Unterbau (*basse-œuvre — subbasement*) hauptsächlich der unter dem Erdniveau liegende Theil eines Bauobjectes. Bei steigendem Terrain bezeichnet man als Unterbau die Construction bis zur Horizontalen, auf welche das eigentliche Bauobject (Aufbau, Oberbau) errichtet wird. *Grohm.*

Unterbettung, die Unterlage für eine Pflasterung. Siehe den Artikel Fussboden III pag. 660.

Unterboden (*culot — back*), Unterplatte. Die untere, mit dem Oehre versehene Platte bei Blechknöpfen. *E.*

Unterbromige Säure, s. Brom II pag. 59.

Unterchlorige Säure und **Unterchlorigsäureanhydrid**, s. b. Chlor II pag. 323.

Unterchlorsäure, s. m. Chlorperoxyd, s. b. Chlor II pag. 324.

Unterfeuerung, s. Dampfkessel II pag. 535.

Untergährung, s. b. Bier I pag. 500.

Untergesenk (*dessous — die, bottom swage*), s. Schmieden VII pag. 736.

Untergrundpflug, s. landwirthschaftliche Maschinen V pag. 290.

Unterhaar, Grundhaar, Flaumhaar, s. Hutfabrication IV pag. 435.

Unterhefe, s. b. Fermente III pag. 410.

Unterjodsäure wurde die im isolirten Zustande noch nicht dargestellte, hypothetische Säure genannt, deren Salz sich bei Einwirkung von feuchtem Quecksilberoxyd auf Jod bilden soll, vgl. a. Jod IV pag. 545. *Gtl.*

Unterphosphorige Säure, s. Phosphor VI pag. 676.

Untersalpetersäure, s. m. Stickstofftetroxyd, s. Stickstoff VIII pag. 522.

Unterschlag, s. Schiffbau, VII pag. 602.

Unterschneidung, Wassernase (*intersection*) heisst bei Gesimsen die Aushöhlung der Unterseite einer Platte. *Grohm.*

Unterschwefelsäure, Dithionsäure, s. b. Schwefel VIII pag. 75.

Unterschweflige Säure, Dithionige Säure, Thioschwefelsäure z. Th. Hydroschweflige Säure, s. b. Schwefel VIII pag. 74.

Unterzug (*sous-poutre — bearer*), ein Träger, welcher unter schwächere Balken geführt wird und die ersteren unterstützt. *Grohm.*

Unterwindgebläse, s. Injectoren IV pag. 517.

Unverbrennbarmachen von Zeugen, s. Flammenschutzmittel III pag. 575.

Upasgift, s. b. Pfeilgifte VI pag. 636.

Uralit, Min. Varietät des Amphibols oder der Hornblende (s. d. IV pag. 427), ganz von der Form des Angites, in den Grünsteinporphyren des Ural vorkommend. *Gtl.*

Uralium. Name eines von A. Girard (Bull. d. l. soc. chim. 1879 32 pag. 3) vermutheten neuen Elementes der Platingruppe. *Gtl.*

Uralorthit, Varietät des Orthits (s. d. VI pag. 444) vom Ural.

Uramido-Säuren werden Säuren, bez. Verbindungen genannt, welche den Harnstoffrest, d. i. die Gruppe $NH_2—CO—NH$ als Vertreter von Wasserstoff in organischen Complexen enthalten und entweder durch Einwirkung von cyansaurem Kalium auf Amidosäuren, oder durch Einwirkung von Harnstoff auf solche entstehen. So die Uramidobenzoësäuren $NH_2—CO—NH—C_6H_4—COOH$, die Uramidohyppursäure $NH—C_7H_4(NH_2)—CH_2—COOH$, die Uramidosalicylsäure

$$\begin{array}{c} \mid \; \mid \\ CO \\ \mid \\ NH \end{array}$$

$OH—C_6H_3(NH_2—CO—NH)—COOH$ u. a. m. *Gtl.*

Uramil, s. m. Amidobarbitursäure oder Murexan

$$CO(N_2H_2)—C_3H(NH_2)O_3.$$

Bildet sich bei Reduction der Nitrobarbitursäure mit Jodwasserstoff, sowie beim Kochen von Alloxantin mit Chlorammonium, leicht beim Erhitzen von thionursaurem Ammoniak mit Salzsäure. Seidenglänzende Krystallnadeln, die in Wasser kaltgar nicht, in der Hitze schwer löslich, in conc. Schwefelsäure ohne Zersetzung löslich sind. Beim Kochen mit conc. Schwefelsäure und Wasser geht es in Uramilsäure $C_8H_9N_5O_7$(?), eine in nadelförmigen oder prismatischen Krystallen, die in kaltem Wasser schwer, leicht in heissem löslich sind, krystallisirende, schwache Säure über. Uramil löst sich ohne Zersetzung in kalter Kalilauge, wird aber beim Erhitzen damit unter Entwicklung von Ammoniak zersetzt, Salpetersäure oxydirt zu Alloxan, längeres Kochen mit Ammoniak unter Luftzutritt oder Kochen mit Quecksilberoxyd und Ammoniak verwandelt in Murexid. *Gtl.*

Uramilsäure, s. b. Uramil.

Uran (*urane — uranium*), Symbol U, Atomgew. = 240.*) Während das Uranpecherz früher für ein Zink-, von Werner für ein Eisen-, von noch Anderen

*) Nach den Neuberechnungen von F. W. Carke = 238·48, von Lothar Meyer und K. Seubert = 239·8 mit einem möglichen Fehler von mehreren Einheiten.

für ein Wolframerz gehalten wurde, glaubte Klaproth im Jahre 1789 darin ein neues Metall entdeckt zu haben, das er nach dem kurz vorher entdeckten Planeten Uranus Uran nannte. Doch zeigte Péligot 1841 (Ann. Chim. Phys. [3] 5 pag. 5), dass dieses fragliche Metall ein Oxyd sei, dessen Metall er darstellte, welch' letzteres den Namen Uran beibehielt.

Die wichtigsten Uranmineralien sind das Uranpecherz oder die Pechblende, U_3O_8, von welchem folgende Analysen mitgetheilt werden mögen:

Fundort:	Grube Tanne, Joachimsthal	Joachimsthal	Přibram
Analytiker:	Rammelsberg	Ebelmen	v. Hauer
Uranoxyduloxyd U_3O_8	79·15	76·0	80·5
Blei	6·2	4·2	6·0
Schwefel	—	0·6	1·2
Eisen	3·0	—	—
Antimon	—	—	2·1
Eisenoxydul	—	3·1	2·8
Manganoxydul	—	0·8	—
Kalk	2·8	5·2	2·9
Magnesia	0·5	2·0	0·6
Natron	—	0·25	—
Kohlensäure	—	3·3	0·9
Kieselsäure	5·3	3·5	1·8
Wasser	0·4	1·3	0·5

Weitere Uranmineralien sind der Liebigit (unreines Calcium-Uran-Carbonat), der Johannit oder Uranvitriol und die verschiedenen Arten des Uranglimmers (basische Phosphate oder Arsenate des Urans und Calciums oder Kupfers.)

Die Uranpechblende enthält, neben Silikaten, Bleiglanz etc., gewöhnlich 40 bis 60, ja sogar gegen 90 Proc. Uranoxyd und bildet den Ausgangspunkt zur Darstellung der Uranverbindungen.

Nach Péligot wird die salpetersaure Lösung des feingepulverten Erzes eingedampft, der Rückstand mit Wasser extrahirt und filtrirt. Aus der wässrigen Lösung scheiden sich nach genügender Concentration Krystalle des Nitrates ab, die man nach genügendem Abtropfen durch Umkrystallisiren reinigt, trocknet und in Aether löst, während etwaige Verunreinigungen ungelöst zurückbleiben. Durch Glühen des reinen Nitrates erhält man das Urantrioxyd, UO_3.

Zur Darstellung im Grossen wird das Erz gepulvert und zur möglichsten Entfernung des Schwefels und Arsens geröstet. Das Röstgut wird mit 15 Proc. Soda und 2 Proc. Salpeter gemischt und unter häufigem Umrühren so lange geglüht, bis die Masse braungelb gefärbt ist. Nach dem Waschen mit Wasser wird der Glührückstand in hölzernen Gefässen zu einem dünnen Brei angerührt, concentrirte Schwefelsäure und etwas Salpetersäure zugesetzt, abkühlen gelassen, mit Wasser verdünnt und ruhig stehen gelassen. Nun wird so lange Soda hinzugesetzt, bis das anfangs gefällte Uranoxyd wieder in Lösung gebracht ist, während die Oxyde von Eisen, Mangan, Kupfer u. s. w. ungelöst bleiben. Die klare, goldgelbe Lösung wird mit Salmiak oder Ammoniumsulfat versetzt, wobei ein gelber Niederschlag (ammoniakhältig) entsteht, der nach scharfem Trocknen als Uranoxydhydrat in den Handel kommt.

Durch Erhitzen eines Gemenges des so erhaltenen Trioxydes mit Kohle zur Rothglut und Darüberleiten eines Stromes von Chlorgas entsteht Urantetrachlorid (UCl_4), welches zur Darstellung des Uranmetalles dient. Zu diesem Zwecke werden 3 Gewichtstheile UCl_4, 6 Gewichtstheile KCl und 2 Theile Natrium in einen Porzellantiegel gebracht, mit Chlorkalium gedeckt, der Porzellantiegel in einen grösseren Graphittiegel gestellt und der Zwischenraum mit Kohlenpulver ausgefüllt. Man erhitzt langsam bis zur dunkeln Rothglut, nach beendigter Reduction jedoch stärker, um das reducirte Metall zu schmelzen.

Das geschmolzene Uran ist wenig hämmerbar, weicher als Stahl und von der Farbe des Nickels. Das specifische Gewicht des geschmolzenen Metalles beträgt nach Zimmermann bei 13° C. und Wasser von 4° C. als Einheit genommen, 18·685, es schmilzt bei Hellrothglühhitze (Péligot, 1868), seine specifische Wärme ist nach Regnault zwischen 11 und 98° C. = 0·06190. Bei

gewöhnlicher Temperatur verändert sich das Uran an der Luft nicht; das gegossene Metall überzieht sich bei Rothglut mit einer Oxydschichte, die es vor weiterer Oxydation schützt; pulverförmiges Metall verbrennt schon bei 207° C. mit grossem Glanze. Mit Schwefel verbindet sich Uran beim Erhitzen unter Feuererscheinung, in Chlorgas verbrennt es leicht, und von verdünnten Säuren wird es unter Wasserstoffentwickelung gelöst.

Halogenverbindungen des Urans:

Uranchlorid, Uranochlorid oder Urantetrachlorid (*chlorure uraneux — muriate of uran*), UCl_4 entsteht durch directe Vereinigung von fein vertheiltem Uran mit Chlorgas unter Feuererscheinung, ferner durch Ueberleiten von Chlorwasserstoffsäuregas über erhitztes Urandioxyd oder am bequemsten durch Erhitzen eines Gemenges von einem beliebigen Uranoxyde und Kohle im Chlorstrome. Hierbei verflüchtigt es in Gestalt eines rothen Dampfes, der sich zu dunkelgrünen bis schwarzen, diamantglänzenden, regulären Octaedern condensirt. Die Verbindung raucht an der Luft und zerfliesst, löst sich in Wasser unter Zischen zu einer dunkelgrünen Lösung, die stark reducirend wirkt und beim Abdampfen im Vacuum einen amorphen grünen Rückstand liefert. Mit Ammoniak bildet es in der Kälte $3UCl_4 + 4NH_3$, das sich beim Erwärmen unter Bildung von braunem U_3Cl_8 wieder zersetzt.

Uransequichlorid (*sous-chlorure d'uranium — protochloride of uran*) U_2Cl_6 entsteht, wenn man das Vorige im Wasserstoffstrome bis zu seinem Siedepunkte erhitzt, als schwerflüchtige, faserige, dunkelbraune Masse, die sich in Wasser mit Purpurfarbe löst. Diese Lösung zersetzt sich jedoch bald unter Wasserstoffentwicklung und Abscheidung von Uranhydroxyd, wobei sie sich grün färbt.

Uranpentachlorid (*pentachlorure d'uranium — pentachloride of uran*) UCl_5, entsteht durch directe Vereinigung von UCl_4 mit Chlorgas, weshalb es auch bei der letzangeführten Darstellung des Tetrachlorides entsteht, wenn man das Chlorgas langsam über das Oxyd leitet. Hierbei scheiden sich die Octaeder des Tetrachlorides nahe der Erhitzungsstelle, die dunklen, nadelförmigen Krystalle des Pentachlorides aber etwas weiter davon ab. Letztere Krystalle erscheinen beim auffallenden Lichte metallisch grün, bei durchfallendem Lichte aber prachtvoll rubinroth. Geschieht das Ueberleiten des Chlorgases schnell, so scheidet sich das Pentachlorid grossentheils als lockeres, braunes Pulver ab. Es zerfliesst an der Luft zu einer grünlichgelben Flüssigkeit und löst sich unter Zischen und Abscheidung von Salzsäure in Wasser.

Uranbromid, Urantetrabromid (*bromure d'uranium — bromide of uran*) UBr_4, entsteht analog dem Tetrachlorid durch Erhitzen eines innigen Gemenges von Urandioxyd und Kohle in Bromdampf als pulverige, krystallinische braune Masse, die an der Luft zu einer grünen Flüssigkeit zerfliesst.

Lässt man eine Lösung von Uranhydroxyd in Bromwasserstoffsäure über Schwefelsäure verdunsten, so entstehen grüne, zerfliessliche Krystalle von Urantetrabromidhydrat, $UBr_4 + 8H_2O$.

Uranjodid, Urantetrajodid (*jodure d'uranium — jodide of uran*) UJ_4, erhält man als grüne, wässerige Lösung durch Auflösen von Uranhydroxyd in wässriger Jodwasserstoffsäure, doch zersetzt sich die Lösung leicht unter Abscheidung von Jod.

Sauerstoffverbindungen des Urans.

Urandioxyd, Uranyl (*uranyle*) UO_2, wird als braunes bis kupferrothes pyrophorisches Pulver erhalten, wenn man Urantrioxyd im Wasserstoffstrome zum Glühen erhitzt; es hat nach Péligot ein specifisches Gewicht von 10·15. Als schwarzes, krystallinisches Pulver erhält man es durch Reduction des Trioxydes mit Kohle. Endlich erhält man es in Form durchscheinender, rothbrauner, mikroskopischer Octaeder, durch Ueberleiten von Wasserstoff über glühendes Uranylkaliumchlorid, $UO_2Cl_2 + 2KCl + H_2 = (ClH)^2 + UO_2$. Es verbrennt beim Erhitzen an der Luft zu U_3O_8, stark geglüht ist es in verdünnten Säuren

unlöslich, in concentrirter Schwefelsäure bleibt es jedoch löslich. Seine Salze sind braun bis grün gefärbt und leicht oxydirbar; Alkalien fällen aus ihren Lösungen rothbraune Flocken von Uranohydroxyd, die sich beim Kochen schwarz färben.

Uranosulfat (*sulfate uraneux — sulfate of protoxyde of uranium*) $U(SO_4)_2 + 8H_2O$. Zu seiner Darstellung wird grünes Uranoxyd (U_3O_8) in verdünnter Schwefelsäure gelöst, die Lösung mit Weingeist versetzt und krystallisiren gelassen. Man erhält das Uranosulfat in grünlichen, rhombischen Prismen. Die Mutterlauge enthält noch Uranylsulfat gelöst, welches — wenn man dieselbe in verschlossenen Flaschen dem directen Sonnenlichte aussetzt — durch den Alkohol zu Uranosulfat reducirt wird, das sich, wegen seiner geringen Löslichkeit in verdünntem Alkohol, als $U(SO_4)_2 + 4H_2O$ abscheidet. Das Uranosulfat bildet mit den Alkalisulfaten Doppelsalze, von denen $U(SO_4)_2 + K_2SO_4 + H_2O$ und $U(SO_4)_2 + (NH_4)_2SO_4 + H_2O$ erwähnt seien mögen.

Grünes Uranoxyd (*oxyde vert — green oxyde of uranium*) $U_3O_8 = UO_2 + 2UO_3$ findet sich in der Natur als Uranpecherz (siehe dieses) hauptsächlich in Joachimsthal in Böhmen, ferner in Přibram, im sächsischen Erzgebirge, in England, Frankreich und Schweden. Dieses grünlichgraue, braune oder schwarze Mineral ist immer durch beigemengte andere Mineralien verunreinigt. Durch mässiges Glühen des Dioxydes oder des Trioxydes an der Luft erhält man reines grünes Uranoxyd als dunkelgrünes, sammtglänzendes Pulver von 7·2 specifischem Gewichte. Es ist in starken Säuren löslich.

Uranpentoxyd, schwarzes Uranoxyd (*oxyde noir — blak oxyde of uranium*) $U_2O_5 = UO_2 + UO_3$, erhält man als schwarzes Pulver, wenn man ein beliebiges anderes Uranoxyd oder Ammoniumuranat bei Luftzutritt stark glüht; es findet Anwendung in der Porzellanmalerei.

Urantrioxyd oder Uranyloxyd (*oxyde uranique — oxyde of uranium*) UO_3, wird durch schwaches Erhitzen von Uranylnitrat oder Ammoniumuranat erhalten. Es bildet ein röthlichgelbes bis gelblichbraunes Pulver, das sich in Säuren leicht löst. Alkalien fällen aus diesen Lösungen kein Hydroxyd, sondern Uranate.

Uranylhydroxyd (*hydrate d'uranyle — hydrate of oxyde of uranium*) $UO_2(OH)_2$, ist ein gelbes Pulver von 5·92 specifischem Gewicht, das sich erst über 400° C. unter Abgabe von Wasser- und Sauerstoff zersetzt. Berzelius erhielt es durch vorsichtiges Erhitzen des Uranylnitrates, bis keine saueren Dämpfe mehr entweichen und Auskochen des Glührückstandes mit Wasser zur Entfernung basischer Salze. Nach Malagutti entsteht beim vorsichtigen Eindampfen einer alkoholischen Lösung von Uranylhydrat ein gelber Rückstand von der Formel $UO_2(OH)_2 + H_2O$, der bei 100° C. sein Wasser verliert.

Die durchaus gelb gefärbten Uranylsalze und Uranate besitzen durch die Eigenschaft Glasflüssen eine schöne Fluorescenz zu ertheilen, technische Wichtigkeit, doch werden zu diesem Zwecke hauptsächlich das Urantrioxyd und die Alkaliuranate angewendet.

Uranylchlorid (*chlorure d'uranyle — oxychloride of uranium*) UO_2Cl_2, entsteht durch directe Addition beim Ueberleiten von Chlor über rothglühendes Urandioxyd als schwerflüchtige, leicht schmelzbare, gelbe, krystallinische Masse, oder in wässriger Lösung durch Auflösen von Urantrioxyd in Chlorwasserstoffsäure. Aus dieser Lösung krystallisirt beim Verdampfen $UO_2Cl_2 + H_2O$. Mit Alkalimetallchloriden bildet es Doppelsalze.

Uranylbromid (*bromure d'uranyle — oxybromide of uranium*) UO_2Br_2, wird wie das Vorige erhalten.

Uranyljodid ist unbekannt.

Uranylsulfat (*sulfate uranique — sulfate of uranium*) $(UO_2)SO_4 + 3H_2O$ krystallisirt schwierig und verwittert an der Luft. Aus seiner Lösung in mässig verdünnter Schwefelsäure krystallisirt gelblich-grünes, fluorescirendes $(UO_2)SO_4 + H_2SO_4$.

Der Johannit oder Uranvitriol ist krystallisirtes, unreines, kupferhaltiges, normales Uranylsulfat und ist — sowie auch die unreinen basischen Sulfate: Uranochalcit, Uranblüthe, Uranocher etc., durch Verwitterung des früher für werthlos gehaltenen Uranpecherzes Joachimsthals entstanden.

Uranyldisulfat (*sulfate acide d'uranyle — bisulfate of uranium*) $(UO_2)S_2O_7$ krystallisirt aus der Lösung des Vorigen in concentrirter Schwefelsäure, es fluorescirt nicht.

Uranylnitrat (*azotate d'uranyle — nitrate of uranium*) $UO_2(NO_3)_2 + 6H_2O$ bildet citronengelbe, fluorescirende, rhombische Prismen und zerfliesst an der Luft; es entsteht beim Auflösen der verschiedenen Uranoxyde in Salpetersäure.

Von den Uranphosphaten (*phosphates uraniques — phosphats of uranium*) sind $UO_2(H_2PO_4)_2 + 3H_2O$, ferner $2UO_2(H_2PO_4)_2 + 3H_2O$ und $2UO_2(H_2PO_4)_2 + 4H_2O$ bekannt. — Das Uranylammoniumphosphat $UO_2(NH_4)PO_4$ entsteht als grünlichgelber, in Essigsäure unlöslicher Niederschlag, wenn zu einer mit Salmiak versetzten Uranacetatlösung die Lösung eines Phosphates hinzugefügt wird. Diese Reaction findet bei der volumetrischen Bestimmung des Urans wie der Phosphorsäure Anwendung.

Uranylacetat (*acétate d'uranyle — acetate of uranium*) $UrO_2(C_2H_3O_2)_2$ wird erhalten, indem man die salpetersaure Lösung des schwarzen Uranoxydes zur Entfernung der überschüssigen Salpetersäure zur Trockne bringt, den Rückstand unter Erwärmen in concentrirter Essigsäure löst, filtrirt und krystallisiren lässt. Die Krystalle enthalten je nach der Temperatur 2 oder 3 Moleküle Wasser. Es findet ebenso wie das Uranylnitrat als Reagens und in der Photographie Anwendung.

Als Uranglimmer (*urane micacé*) findet sich in der Natur: Kalkuranit: $(UO_2)_2Ca(PO_4)_2 + 8H_2O$ und Kupferuranit: $(UO_2)_2Cu(PO_4)_2 + 8H_2O$.

Von den den Phosphaten sehr ähnlichen Arsenaten des Urans kommen folgende als Mineralien vor: Trögerit $(UO_2)_3(AsO_4)_2 + 12H_2O$, Uranospinit $(UO_2)_2Ca(AsO_4)_2 + 8H_2O$ und Zeunerit $(UO_2)_2Cu(AsO_4)_2 + 8H_2O$.

Die Uranylcarbonate (*carbonates uraniques — carbonates of uranium*) sind nur als Doppelsalze bekannt, wie $(UO_2)CO_3 + 2K_2CO_3$, ferner $(UO_2)CO_3 + 2Na_2CO_3$ und $(UO_2)CO_3 + 2(NH_4)_2CO_3$, welche alle durch Behandeln der Lösungen des betreffenden Alkaliuranates mit denen des betreffenden Alkalicarbonates entstehen. Das Uranylcalciumcarbonat $(UO_2)CO_3 + CaCO_3 + 10H_2O$, kommt als Liebigit in apfelgrünen warzigen Massen in Begleitung anderer Uranmineralien vor.

Die nachfolgenden Uranate kommen im Handel theils unter dem Namen Urangelb, theils unter den unten in Klammern beigesetzten Namen vor und finden in der Glas- und Porzellanfabrication Anwendung.

Kaliumuranat (Uranoxyd-Kali) (*uranate de potassium — uranate of potassium*) $K_2U_2O_7$ wird als orangegelber Niederschlag (Uranorange), sowie das nachfolgende erhalten, nur dass mit Kalilauge oder Kaliumcarbonat statt mit der entsprechenden Natronverbindung gefällt wird. Ebenso erhält man es als gelbrothes Pulver durch Schmelzen von Urantrioxyd mit Potasche.

Natriumuranat (Uranoxydnatron, Urangelb s. str.) (*uranate de sodium — uranate of sodium*) $Na_2U_2O_7$ wird nach Patera folgendermassen gewonnen. Das fein gepulverte Uranerz wird mit ca. 14 Proc. zerfallenem, gebranntem Kalk oder gepulvertem Kalkstein innig gemengt in einem Flammofen gebrannt, wobei die Anfangs graue Farbe der Masse in Folge der Bildung von Uranoxydkalk (Calciumuranat) in gelbbraun oder braun übergeht. Um Arsen möglichst zu entfernen, wird der Masse etwas Kohle zugesetzt und das Rösten etwa 5 Stunden lang fortgesetzt. Das Röstgut wird in hölzernen Bottichen mit Wasser und Schwefelsäure, dem man vortheilhaft etwas Salpetersäure (auf 100 Thl. Erz mit 45 Proc. Gehalt 44 Thl. concentrirte Schwefelsäure und 4 Thl. Salpetersäure) verrührt, mit Wasser verdünnt, absitzen gelassen und filtrirt. Der Rück-

stand wird mit Wasser ausgewaschen und das Waschwasser bei der Verarbeitung der nächsten Erzpartie verwendet. Das schön grün gefärbte Filtrat wird in Bottichen mit Soda im Ueberschusse versetzt, wodurch das Uranoxyd Anfangs mit allen anderen Oxyden gefällt wird, später aber als Natrium-Doppelcarbonat wieder in Lösung geht. Um das in unlöslichem Rückstande zurückbleibende Uranoxyd zu gewinnen, wird dasselbe mit Sodalösung gekocht, welche bei der Zugutebringung der nächsten Erzpartie Verwendung findet.

Nun wird die goldgelbe Lösung von Uranyl-Natriumcarbonat vorsichtig mit Schwefelsäure neutralisirt und in kupfernen Kesseln unter vorsichtiger Zugabe von verdünnter Schwefelsäure gekocht. Hierbei entsteht ein schwerer gelber Niederschlag, der in leinenen Spitzbeuteln gesammelt, gewaschen, gepresst, getrocknet und endlich zerrieben wird. Derselbe enthält 8 bis 12 Proc. Wasser und kommt als lichtes Uranoxyd-Natron in den Handel. Enthält derselbe Arsensäure, so wird er mit einer zur vollständigen Lösung unzureichenden Menge verdünnter Schwefelsäure behandelt, wobei arsensaures Uranoxyd ungelöst bleibt und die erhaltene Lösung vorsichtig mit Natriumcarbonat neutralisirt, wobei Anfangs wieder das Arsenat, später aber reines Natriumuranat fällt. Das Uranarsenat wird zur Verarbeitung auf Uranoxydnatron zuerst mit Kohlenpulver, dann mit calcinirter Soda und Salpeter geröstet und mit heissem Wasser ausgelaugt. Aus der Lauge kann Vanad gewonnen werden; der Rückstand wird in Schwefelsäure und etwas Salpetersäure gelöst, mit Soda neutralisirt und wie oben auf Uranoxyd-Natron verarbeitet.

Man kann auch vortheilhaft zuerst das Pecherz mit Kohle todt rösten, dann mit 15 Proc. Soda und 2 Proc. Salpeter eine Stunde lang glühen und dann wie oben angegeben, auslaugen und weiter behandeln, wodurch man direct ein arsenfreies Präparat erhält.

Versetzt man die Lösung des Uranyl-Natriumcarbonates mit Natronlauge, so erhält man einen Niederschlag von orangefarbem Urangelb oder orangefarbem Uranoxydnatron, der beim Glühen in das wasserfreie dunkelorangefarbige Urangelb (oder Uranoxyd-Natron) übergeht.

Ammoniumuranat, Uranoxyd-Ammoniak (*uranate ammonique — uranate of ammonium*), das Uranoxyd oder Uranoxydhydrat des Handels, $(NH_4)_2U_2O_7$, wird im Grossen gewonnen, indem man analog dem Uranylnatriumcarbonate eine Lösung von Uranyl-Ammoniumcarbonat darstellt und mit Ammoniumsulfat kocht, wobei es sich als gelber Niederschlag abscheidet, der in reinem Wasser wenig, in ammoniakalischem Wasser nicht löslich ist.

Urantetroxyd (*tetroxyde d'urane — tetroxyde of uranium*) UO_4 wird erhalten, wenn man eine Lösung von Uranylnitrat zu einem Gemenge von viel Schwefelsäure und Wasserstoffhyperoxyd setzt. Versetzt man umgekehrt die Lösung des Uransalzes mit verdünntem Wasserstoffhyperoxyd, so erhält man $UO_4 + 2H_2O$. Es kann als Uranylperuranat $(UO_2)_2UO_8$ aufgefasst werden. Andere Peruranate sind: Kaliumperuranat $K_4UO_8 + 10H_2O$; Natriumperuranat $Na_4UO_8 + 8H_2O$; Uranylnatriumperuranat $Na_2U_2O_{10} + 6H_2O = (UO_2)Na_2UO_8$.

Schwefelverbindungen des Urans:

Urandisulfid (*protosulfure d'uranium — protosulfide of uranium*) US_2 entsteht durch directe Vereinignng von Uranmetall und Schwefeldampf bei Glühhitze oder durch Ueberleiten von Schwefelwasserstoff über glühendes Urantetrachlorid; es ist in concentrirter Salzsäure und in Salpetersäure (in letzterer unter Oxydation zu Uranylsulfat) löslich. Schwefelammonium gibt mit Uransalzen schwarze oder braune wasserhaltige Niederschläge, die sich an der Luft rasch oxydiren und in Säuren leicht lösen. In einer 50° C. warmen Uranylsalzlösung bewirkt überschüssiger Schwefelammoniumzusatz eine schwarze Fällung, die von Salzsäure nicht zersetzt wird und sich — wenn sie längere Zeit in der Kälte mit Schwefelammonium steht — in ein ammoniakhältiges, rothes, krystallinisches

Pulver von unbekannter Zusammensetzung verwandelt. Näheres s. in chemischen Handbüchern. *Hanns v. Jüptner.*

Uranate, s. m. Uranoxydverbindungen, s. Uran.

Uranbiacichlorid, s. m. Uranoxychlorür, s. Uran.

Uranbioxychlorid, s. m. Uranoxychlorür, s. Uran.

Uranbromür, Uranchlorür, s. b. Uran.

Urangelb, s. b. Uran.

Uranglas, d. i. ein mit Uranoxyd gelbgrün gefärbtes, durch einen eigenthümlichen Schiller ausgezeichnetes Farbglas, s. b. Glas, IV pag. 3.

Uranglimmer, s. m. Kalkuranit IV pag. 612, z. Thl. a. Kupferuranit, s. V pag. 219.

Urangrün, s. Urankalkcarbonat.

Uranit, s. m. Kalkuranit IV pag. 612.

Urankalkcarbonat, Urangrün, Min. In kleinen, krystallinischen Körnern eingesprengt oder als kleinkörniger Ueberzug oder Anflug auf Uranpecherz vorkommend, zeisiggrün, glasglänzend, durchscheinend, Härte = 2·5—3. Ist ein wasserhaltiges Uran-Kalk-Carbonat. Vork. Joachimsthal. Das unter dem Namen Uranocalcit ebenfalls aus Joachimsthal bekannte Mineral ist nicht identisch mit vorstehendem, sondern ist ein wasserhaltiges Gemenge der bas. schwefelsauren Salze des Uranoxyds, Kalks und Kupferoxyds von der Härte 2—2·5. Hierher gehört auch der Liebigit, s. V pag. 585 und der Voglit, vgl. a. Uran. *Gtl.*

Uranlüster, vgl. Lüster V pag. 666, s. a. Thonwaaren IX pag. 444.

Uranocker (*uranocre*), Min. Derb, sehr feinerdig oder faserig, eingesprengt oder angeflogen, mild und weich, undurchsichtig, matt oder schimmernd, citronengelb, pomeranzengelb, auch schwefelgelb. Ist wesentlich Uranoxydhydrat. In Säuren leicht löslich. Vorkommen mit Uranpecherz zu Johanngeorgenstadt und Joachimsthal. *Gtl.*

Uranophan (*uranophane*), Min. Mikroskopische Kryställchen von honiggelber Farbe, in grösseren Massen grünlichgelb erscheinend. Härte = 3. Ist ein wasserhaltiges Silicat des Urans, Aluminiums und Kalks, mit geringem Antimon- und Wismuthgehalt. Vork. im Granit von Kupferberg. *Gtl.*

Uranospinit, s. b. Uran X pag. 35.

Uranotantal, Samarskit, Min. In platten, bis haselnussgrossen Krystallen des rhomb. Systems, eingewachsen, spröde, von muschligem Bruche, undurchsichtig, von sammtschwarzer Farbe und dunkel-röthlich-braunem Strich. Glanz halbmetallisch, Härte = 5—6, spec. Gew. = 5·61—5·72. Ist wesentlich eine Verbindung von Niobsäure mit Uranoxyd, Eisenoxydul und Yttererde mit einem geringen Gehalte an Mangan, Kalk und Magnesia. Vork. Miask in Sibirien. Nach H. Rose ist mit dem Uranotantalit der Yttroilmenit identisch. *Gtl.*

Uranotypie. Photographischer Copirprocess, bei welchem die Papiere mit einem Gemenge von Silbernitrat und Urannitrat lichtempfindlich gemacht werden. Die Hervorrufung der Bilder erfolgt mit Eisenvitriollösung, vgl. Photographie. *Gtl.*

Uranoxychlorür, s. m. Uranylchlorid, s. b. Uran X pag. 34.

Uranoxyde und **Uranoxydsalze**, s. b. Uran X pag. 34 u. 35.

Uranoxyduloxyd, s. m. grünes Uranoxyd, s. b. Uran X pag. 34.

Uranoxydulsalze, s. Uran X pag. 34.

Uranpecherz, Nasturan, Pechblende, Pechuran (*pech-urane, pitch ore*), Min., scheinbar amorph, meist derb, auch eingesprengt oder in nierförmigen Aggregaten, die nicht selten eine deutlich krystallinische Structur haben, häufiger

aber krummschalig oder stenglig sind, auch in deutlichen Octaedern auftretend. Bruch muschlig bis uneben, aber glatt. Härte 3—4. Spec. Gew. = 4·8—5. Pechschwarz, grünlich- bis graulich-schwarz mit olivengrünem oder bräunlich-schwarzem Strich, fettglänzend, undurchsichtig. Ist ein mit wechselnden Mengen von Eisen, Kobalt, Nickel, Arsen, Blei, Wismuth, Kalk, Magnesia und Kieselsäure, mitunter auch Vanadinsäure und Molybdansäure verunreinigtes Uranoxyduloxyd, mit einem die Höhe von 80 Proc. erreichenden Gehalt an Uranoxyduloxyd. Vork. in Joachimsthal, Johanngeorgenstadt, Přibram, Annaberg, Marienberg, Redruth. Eine weichere Varietät mit grünem Strich ist das Pittinerz, s. d. VI pag. 737. Mit dem Namen Coracit hat man eine vom Superior See stammende, unreinere Varietät des Uranpecherzes bezeichnet. Solche unreinere Varietäten haben nicht selten eine grössere, 5—6 betragende Härte und ebenso ein höheres specifisches Gewicht 7·9—8.

Uranpecherz dient in seinen reineren Varietäten als Email- bez. Porzellanfarbe und ist zugleich das wichtigste Rohmateriale für Gewinnung der Uranverbindungen, vgl. Uran. *Gtl.*

Uransäure und **Uransäureanhydrid**, s. m. Uranylhydroxyd und Uranyloxyd, s. b. Uran X pag. 34.

Uransulfurete, s. b. Uran X pag. 36.

Uranvitriol, s. m. schwefelsaures Uranoxyd, Uranylsulfat. Denselben Namen führt das auch als Johannit bezeichnete Mineral, s. d. IV pag. 554, vgl. Uran X pag. 34. *Gtl.*

Uranyl und **Uranylverbindungen**, s. b. Uran X pag 34.

Urao, s. m. Trona, vgl. a. Natrium VI pag. 288.

Urari, s. m. Curare II pag. 421.

Urate, s. m. Harnsäure-Salze, s. b. Harn IV pag. 249.

Urechitin. Giftiger Bitterstoff aus den Blättern von *Urechitis suberecta* (vgl. Bowrey, Jahrb. f. Chem. 1878 pag. 974). Bildet farblose nadelförmige Krystalle, die in Wasser und verdünntem Alkohol fast unlöslich, leichter löslich in kochendem Alkohol, Aether, Chloroform und Essigsäure sind. Löst sich auch in conc. Schwefelsäure und wird in dieser Lösung durch Zusatz einer Spur von einem Oxydationsmittel roth und weiters purpurfärbig. Seine Zusammensetzung entspricht der Formel $C_{28}H_{42}O_8 + H_2O$. Es soll sich mit Säuren spalten. In denselben Blättern findet sich eine als Urechitoxin unterschiedene, gleichfalls bitter schmeckende und giftig wirkende Substanz, welche krystallinisch ist und der Formel $C_{13}H_{20}O_5$ entspricht. Sie ist leichter löslich als Urechitin und soll sich wie dieses mit Säuren spalten, wobei Zucker und ein zweites, Urechitoxetin genanntes Spaltungsproduct sich bildet. *Gtl.*

Uréide, s. m. Harnstoffverbindungen, s. b. Harn IV pag. 249.

Urenafaser, Bastfaser von *Urena sinuata* und *Urena lobata*, zwei in Indien einheimischen Unkräutern, der Jute-, sowie der Abelmoschusfaser in Feinheit, Glanz und Farbe sehr ähnlich. Soll nicht selten an Stelle der echten Jutefaser in den Handel kommen. *Gtl.*

Urethane (*urethane*). Allg. Bezeichnung des Carbaminsäure-Ester, von denen der Aethylester $NH_2—CO_2—C_2H_5$ schlechtweg als Urethan bezeichnet wird, während der Methylester unter dem Namen Urethylan bekannt ist. Die Ester der höheren Alkohole, wie das Propyl-, Butyl-, Amyl-, Isoamyl-Alkohols, und anderer werden als Propyl-, Butyl-, Amyl-, Isoamyl-Urethan u. s. w. bezeichnet. Sie leiten sich von der im freien Zustande nicht bekannten Carbaminsäure ($NH_2—CO—OH$) ab, deren Ammoniaksalz sich leicht bei Einwirkung von Ammoniak auf Kohlensäure in der Kälte bildet und als das Salz der Amidokohlensäure aufzufassen ist. Die Urethane entstehen aus den Chlorameisensäure- oder den Kohlensäureestern

der betreffenden Alkohole durch Einwirkung von Ammoniak auf dieselben. So liefert der Kohlensäure-Aethylester $CO_3(C_2H_5)^2$ mit Ammoniak (NH_3) den Aethylester der Carbaminsäure ($NH_2-CO_2-C_2H_5$) und Aethylalkohol (C_2H_5OH). Auch durch längere Einwirkung von Chlorcyan auf Alkohole können sie erhalten werden und bilden sich auch bei Einwirkung von Alkoholen auf Harnstoff bei höherer Temperatur. Es sind durchwegs feste, meist gut krystallisirbare Körper, die sich leicht in Wasser und Alkohol lösen. Näheres s. in chem. Handbüchern. *Gtl.*

Urethylan, s. m. Methyl-Carbaminsäure-Ester, vgl. Urethane.

Urfarben, s. m. ursprüngliche Farben, vgl. Farbe III pag. 360.

Urgrünstein, s. m. Gabbro III pag. 664, vgl. a. Diorit II pag. 632.

Urin, s. Harn IV pag. 247.

Urinküpe, s. m. Harnküpe IV pag. 250.

Urinilsäure *(urinilique acide)*, dreibasische Säure von der Formel $C_8H_7N_7O_6$ durch Einwirkung von salpetriger Säure auf Harnsäure entstehend, bildet ein Krystallpulver oder prismatische Krystalle, die sich in Wasser schwer lösen, bildet leicht Salze, von denen die Alkalisalze leicht löslich in Wasser und gut krystallisirbar sind. *Gtl.*

Urkalk, s. b. Kalkstein IV pag. 611.

Urläuter, s. m. Dégras, s. b. Leder V pag. 349.

Urmass, s. Maasse V pag. 689.

Urnenharz, Harz aus heidnischen Grabstätten unbekannter Abstammung. Löst sich bis zu 60 Proc. in Aether. Der lösliche Antheil liefert beim Erhitzen Brenzcatechin (vgl. Jahrb. d. Chem. 1875 pag. 862). *Gtl.*

Urobilin, Hydrobilirubin, Reductionsproduct des Bilirubins (s. d. b. Galle III pag. 672), durch Einwirkung von Natrium auf eine alkohol. Lösung von Bilirubin darstellbar (Maly, Ann. Chem. Pharm. 163 pag. 77), entspricht der Formel $C_{32}H_{40}N_4O_7$, die sich von der Formel des Bilirubins $C_{32}H_{36}N_4O_6$ durch ein Plus von $2H$ und ein H_2O unterscheidet. Findet sich im Harn, dann in der Menschengalle und der Hundegalle, sowie in den Faecalmassen. *Gtl.*

Urocanin, s. b. Urocaninsäure.

Urocaninsäure *(acide urocanique)*. In Nadeln oder dünnen Prismen krystallisirender Bestandtheil des Hundeharns, von der Formel $C_{12}H_{12}N_4O_4 + 4H_2O$. Schwer in kaltem, leicht in heissem Wasser löslich, in Alkohol und Aether unlöslich. Zerfällt beim Erhitzen auf 212—213° C. völlig in Kohlensäure und amorphes Urocanin ($C_{11}H_{10}N_4O$), das stark alkalisch reagirt. Die Urocaninsäure verbindet sich sowohl mit Säuren wie mit Basen. *Gtl.*

Urofuscohaematin, **Urorubrohaematin** und **Uromelanin** wurden die im dunkelfärbigen Harn aufgefundenen, zum Hämatin ohne Zweifel in Beziehung stehenden Farbstoffe von braunrother, brauner bis schwarzer Farbe genannt, s. Harn VI pag. 247. *Gtl.*

Uroxansäure *(acide uroxanique — uroxanic acide)*. Zweibasische Säure von der Formel $C_5H_8N_4O_6$, die sich bei lange fortgesetzter Einwirkung von Luft auf eine Lösung von Harnsäure in Kalilauge bildet. Kleine prismatische oder tetraëdrische Krystalle, schwer in kaltem Wasser löslich, in Alkohol unlöslich. Verliert beim Erhitzen Wasser und Kohlensäure und liefert einen Rückstand, der früher als Uroxil bezeichnet wurde, ohne Zweifel aber ein Gemenge von Harnstoff und Allantursäure ($C_3H_4N_2O_3$ d. i. Glyoxylharnstoff) ist. *Gtl.*

Uroxin, s. m. Alloxantin, vgl. Harnsäure bei Harn IV pag. 250.

Ursäure, Primigene Säure *(acidum primigenium, acid. primordiale, catholicum, universale)* nannten die Alchymisten die vermeintliche Grundlage aller

Säuren, welche sie als verschiedene Verbindungen einer Ursäure ansahen, als welche von einigen die Schwefelsäure, von anderen die Salpetersäure, von noch anderen die Salzsäure erklärt wurde. *Gtl.*

Urson (*ursone*). Indifferente Substanz, aus den Blättern der Bärentraube (*Arbutus uva ursi L.*) (Trommsdorff), später auch aus den Blättern einer neuholländischen Epacris-Art (Rochleder) dargestellt, welchen sie durch Extraction mit Aether entzogen werden kann. Bildet feine, seidenglänzende Nadeln, die in Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien unlöslich, schwer in Alkohol und Aether löslich sind. Schmilzt bei 198—200°C. Seine Zusammensetzung entspricht der Formel $C_{10}H_{16}O$. Näheres s. in chem. Handbüchern. *Gtl.*

Urstoff, Grundstoff s. m. Element chemisches, s. d. III pag. 257.

Urticafasern, s. Gespinnstfasern III pag. 766.

Uruschi. Name eines japanischen Lacks, welcher aus dem Milchsafte eines von Paul Ory näher beschriebenen Baumes (s. d. Abhandlung Paris 1875) gewonnen wird. Der Lack ist frisch von blass-grauer Farbe, süsslichem Geruche und kratzendem Geschmacke und wirkt giftig, soferne sein Dampf Schwellung zarterer Hautpartien (Gesicht) hervorbringt. Er löst sich unter Hinterlassung von etwas Gummi in Alkohol, Benzol und Aether. Er wird unter Einwirkung von Luft in Folge einer Oxydation allmälig schwarz und trocknet schliesslich zu einer harten, aber sehr elastischen, glänzenden Masse ein, deren treffliche Eigenschaften von keinem anderen Lack erreicht werden und denen die japanischen Lackarbeiten ihre Schönheit und Dauerhaftigkeit verdanken, vgl. Roscoe, Manchester Soc. vol. 18, s. a. Industrieblätter v. Jacobsen (Berlin) 1881 pag. 221. *Gtl.*

Urwellen. Das Ausschmieden dicker Eisenstücke zu plattenförmigen Stücken (Urwellstürzen) um „geschlagenes" Blech daraus zu erzeugen. *E.*

Urwellstürze (*doublons*), s. Urwellen.

Usifur, Uzifur, s. m. Zinnober, s. b. Quecksilber VII pag. 242.

Usnetinsäure. Decarbousninsäure, Säure von der Formel $C_9H_{10}O_3$, welche sich neben Carbousninsäure ($C_{10}H_{16}O_8$) in geringer Menge als Bestandtheil der Bartflechte (*Usnea barbata*) findet. Bildet flache, bei 172° C. schmelzende Prismen, die sich leicht in Aether und kochendem Alkohol lösen. Die alkohol. Lösung färbt sich mit Eisenchlorid blauviolett. Vgl. Hesse, Ber. d. d. chem. Ges. 10 pag. 1326). *Gtl.*

Usninsäure, s. b. Flechtenfarbstoffe III pag. 585.

Usnolsäure. Umwandlungsproduct der Usninsäure durch mehrstündiges Erhitzen der Lösung dieser Säure in 3 Thl. kaltem Vitriolöl auf 60° C. und Fällung der erkalteten Lösung durch Wasserzusatz, wobei ein gelber Niederschlag fällt, der abfiltrirt und gewaschen und mit 10 Thl. Alkohol gekocht wird, worauf das Ungelöste in 40 Thl. kochenden Alkohols aufgelöst und die Lösung zum Krystallisiren gebracht wird. Die Säure bildet kleine, gelbliche, prismatische Kryställchen, die bei 213·5° C. schmelzen. In Alkohol nur bei Siedhitze wenig löslich. In Aether, Benzol und Schwefelkohlenstoff unlöslich. Ihre Zusammensetzung wird durch die Formel $C_{27}H_{24}O_{10}$ ausgedrückt. *Gtl.*

Uvinsäure (*acide uvique*), Pyrotritarsäure. Säure von der Formel $C_7H_8O_3$, bei der trockenen Destillation der Weinsäure oder bei mehrstündigem Kochen von Brenztraubensäure, mit einer zur Neutralisation ungenügenden Menge von Barythydrat sich bildend, wobei während des Erkaltens der grösste Theil der Uvinsäure auskrystallisirt. Bildet farblose Nadeln oder dicke Säulen (aus Aether), die bei 135° C. schmelzen, aber schon unter dem Schmelzpunkte z. Thl. sublimiren, namentlich mit Wasserdämpfen leicht flüchtig. In kaltem Wasser unlöslich, schwer in siedendem Wasser (400 Thl.), leicht in Alkohol und Aether löslich. Die Säure ist einbasisch und bildet zumeist lösliche Salze. Mit 2 Tropfen

rauchender Salpetersäure versetzt und sodann mit etwa 6 Tropfen conc. Schwefelsäure vermischt, liefert die Uvinsäure eine kirschrothe Färbung (vgl. Böttinger, Ann. Chem. Pharm. 172 pag. 241 und Harrow ebendas. 201 pag. 145). *Gtl.*

Uvitinsäure (*acide uvitinique*). Säure von der Formel $C_9H_8O_4$, mit der Isouvitinsäure und den Xylidinsäuren isomer, welche sich bei der Oxydation von Mesitylen mit verdünnter Salpetersäure, sowie beim Kochen von Brenztraubensäure mit überschüssigem Barytwasser bildet. Zur Darstellung kocht man Mesitylen anhaltend mit verdünnter Salpetersäure (1 Thl. Salpetersäure, 2 Thl. Wasser), sammelt die ausgeschiedenen Säuren, löst sie in Soda, fällt die Lösung mit Salzsäure und destillirt den Niederschlag mit Wasser, wobei Mesitylensäure abdestillirt, während Uvitinsäure im Rückstande bleibt. Nadelförmige Krystalle vom Schmelzpunkte 287—288° C. sublimirt unzersetzt, löst sich schwer in siedendem, gar nicht in kaltem Wasser, leicht in Alkohol und Aether. Beim stärkerem Erhitzen mit Kalk spaltet sie sich in Toluol und Kohlensäure. Sie ist zweibasisch und liefert Salze, von welchen nur die der Alkalien und der alkal. Erden in Wasser löslich sind. Ihre Structur kann durch das Schema $C_6H_3\begin{matrix}CH_3\\COOH\\COOH\end{matrix}$ mit der 1 : 3 Stellung der beiden *COOH*-Gruppen und der 5 Stellung der Methylgruppe ausgedrückt werden (vgl. Fittig, Furtenbach, Ann. Chem. Pharm. 147 pag. 295, s. a. Böttinger und Ramsay ebendas. 168 pag. 255). *Gtl.*

Uvitoninsäure (*acide uvitonique*). Stickstoffhaltige Säure von der Formel $C_8H_7NO_4$, welche sich beim Eintragen kleiner Mengen von Brenztraubensäure in kaltes alkoholisches Ammoniak bildet, wobei sich direct das Ammoniaksalz der Säure abscheidet (vgl. Böttinger, Ann. Chem. Pharm. 188 pag. 330). Aus dem so erhaltenen Ammoniaksalz lässt sich die Säure durch Chlorwasserstoff abscheiden und kann so in Gestalt eines Krystallmehles erhalten werden, das in kaltem Wasser fast ganz unlöslich, dagegen in Mineralsäuren und heissem Anilinöl löslich ist. Beim Erhitzen auf 282° C. schmilzt sie unter Zersetzung. Die Säure ist zweibasisch. *Gtl.*

Uwarowit, Chromgranat, s. Granat IV pag. 151.

Uzifur, s. m. Usifur.

V.

Vaccinin (*vaccinine*), Bitterstoff aus dem Kraute der Preiselbeere (*Vaccinium Vitis Idaea*), durch Auskochen des frischen Krautes mit Wasser unter Zusatz von etwas Kalkmilch darstellbar. Bildet lange seidenglänzende Nadeln, die in Wasser bei Kochhitze leicht löslich sind und einen schwach bitteren Geschmack haben. Die Lösung wird durch Metallsalze nicht gefällt (vgl. Classen, Jahrb. d. Chem. Pharm. 1870 pag. 877). Nach neueren Angaben (vgl. Amer. Journ. of Pharm. 1885 pag. 7) ist das Vaccinin mit dem Arbutin identisch und sonach ein Glukosid von der Formel $C_{25}H_{34}O_{14}$. *Gtl.*

Vache (*vache — cow leather*) wird ein leichtes aus Kuhhäuten bereitetes Sohlenleder genannt, vgl. Leder V pag. 332. *Gtl.*

Vacherin, d. i. die feinste Sorte der Schweizerkäse.

Vacuum (*vide — vacuum*), d. h. eigentlich die Leere, bezeichnet den sog. luftleeren oder richtiger den luftverdünnten Raum, d. i. einen Raum, in welchem eine Luftverdünnung, bez. ein geringerer Druck herrscht als dem normalen Atmosphärendrucke entspricht, im übertragenen Sinne allgemein auch jene Apparate, welche zur Vornahme gewisser Arbeiten unter vermindertem Drucke,

insbesondere zum Verdampfen bei vermindertem Drucke dienen. Ein absolutes Vacuum, d. i. ein absolut luftleerer bez. leerer Raum lässt sich nicht darstellen, wenn man auch noch so vollendete Apparate anwendet, da es nicht gelingt, und wohl auch kaum jemals gelingen wird, die letzten Reste eines Gases oder Dampfes aus einem der Evacuation unterworfenen Raume zu entfernen. Die stärksten Verdünnungsgrade, welche Crookes bei seinen Versuchen erreicht hat, entsprechen einem Drucke von $^1/_{50000000}$ einer Atmosphäre. Man kann sonach strenge genommen immer nur von einer Luftverdünnung bez. einer Druckverminderung in einem Raume sprechen und wird insbesondere in der grossen Praxis nur mit relativ beschränkten Druckverminderungen rechnen können.

Zur Herstellung eines solchen Verhältnisses in einem Raume wird es verschiedene Mittel geben. Das einfachste und am häufigsten angewandte ist das, dass man den mit Luft oder einem anderen Gase, wohl auch mit einem Dampfe oder endlich mit einer tropfbaren Flüssigkeit gefüllten Raum, der durch dichte Wandungen vor dem Eindringen der umgebenden atmosphärischen Luft geschützt ist, mittels einer Saugvorrichtung, also z. B. einer Saugpumpe, seines Inhaltes zu entleeren sucht — ihn auspumpt (evacuirt), wozu man sich bei mit Gasen oder Dämpfen gefüllten Räumen einer Luftpumpe mit Stiefel und Kolben, oder eines anderen Systems von Luftpumpen, z. B. einer Quecksilberluftpumpe, einer Wasserstrahlpumpe oder dgl. (s. Luftpumpe V pag. 675), bei mit Flüssigkeiten gefüllten Räumen passender Flüssigkeitspumpen (s. Pumpen VII pag. 101) bedient, oder aber die unter dem Einflusse der Schwerkraft fallende Flüssigkeitssäule directe saugend wirken lässt (vgl. b. Luftpumpe V pag. 677). Ein weiteres, unter Umständen gleichfalls praktisch angewendetes Mittel zur Erzielung von Druckverminderungen in einem Raume besteht darin, dass man denselben mit Dämpfen füllt, welche durch Abkühlung sich verflüssigen (condensiren) lassen und die Condensation derselben, nachdem man den Raum abgeschlossen hat, herbeiführt. Unter Umständen empfiehlt es sich beide Mittel gemeinschaftlich anzuwenden, wie dies namentlich für die Vornahme von Verdampfungen und Destillationen unter vermindertem Luftdrucke gebräuchlich ist.

In besonderen Fällen kann man zur Herbeiführung einer Druckverminderung in einem Raume auch von der Expansion der Gase und Dämpfe durch Wärmewirkung, sowie endlich von der Absorption gewisser Gase oder Dämpfe durch geeignete Absorptionsmittel Gebrauch machen. Indem man z. B. den Luft- oder Gasinhalt eines Raumes, in welchem man eine Druckverminderung erzielen will, erhitzt und dem hiedurch ausgedehnten Gase den Austritt aus dem erhitzten Raume gewährt, sodann den Raum hermetisch abschliesst und ihn abkühlen lässt, wird man eine Druckverminderung erzielen, die um so grösser ist, je höher die Temperaturdifferenz des Gases bei seiner Erhitzung und der hierauf folgenden Abkühlung ist. Die Absorption wird man in der Art verwerthen können, dass man einen zu evacuirenden Raum mit einem absorbirbaren Gase füllt, denselben sodann mit einem Gefässe in Communication setzt, in welchem sich ein Körper findet, der das betreffende Gas zu absorbiren bez. chemisch zu binden vermag und so die allmälige Aufsaugung bez. Bindung des Gases sich vollziehen lässt, in Folge deren eine fortschreitende Druckverminderung in dem mit dem Gase gefüllten Raume sich einstellt, die unter Umständen sich viel weiter steigern lässt, als dies mit Hilfe von Luftpumpen zu erreichen möglich ist. So lässt sich z. B. durch Füllung eines Raumes mit Kohlensäuregas oder Schwefeligsäuregas und Verbindung desselben mit einem Gefässe, welches Aetzkalk oder Aetzbaryt enthält, ein sehr weitgehendes Vacuum herstellen und in gleicher Weise kann man durch Füllung eines Raumes mit Chlorgas und Verbindung desselben mit einem Gefässe, welches Natrium enthält, eine fast absolute Evacuation erreichen. Von solchen Mitteln kann man natürlich in der grossen Praxis keinen Gebrauch machen und findet für die Zwecke dieser, fast ausschliesslich die Evacuirung mittels Pumpen oder durch Dampfcondensation mittels Condensatoren, eventuell mittels Luftpumpe und Condensatoren gleichzeitig Anwendung.

Wesentlich ist für alle Apparate, in welchen Arbeiten unter vermindertem Drucke ausgeführt werden sollen, dass dieselben in ihren einzelnen Theilen einen hermetischen Abschluss gegen das Eindringen der umgebenden Luft gewähren, also möglichst vollkommen dicht sind und dass sie weiters eine soweit genügende Wandstärke und Widerstandsfähigkeit des Materiales haben, dass sie den Ueberdruck der äusseren Atmosphäre auszuhalten vermögen ohne zusammengedrückt oder deformirt zu werden. Hierauf ist, in Ansehung des Umstandes, dass schon bei einer Druckverminderung auf $^1/_2$ Atmosphäre, im Inneren eines solchen Apparates, der wirksame Ueberdruck der äusseren Atmosphäre 500 Grm. per Quadrat-Centimeter oder 5000 Kilo pro Quadrat-Meter der Oberfläche beträgt, namentlich bei grösseren Apparaten, die bei einem Rauminhalte von 1 Cub.-Meter schon eine sehr bedeutende Oberfläche darbieten (bei einem würfelförmigen Gefässe etwa 6 □-Meter, bei einem kugelförmigen Gefässe circa 4·83 □-Meter) ein besonderes Augenmerk zu richten und insbesondere bei der Wahl der Form solcher Gefässe möglichst darauf Bedacht zu nehmen, dass das Verhältniss der Oberfläche zum Rauminhalte ein günstiges ist, was um so mehr der Fall sein wird, je mehr man sich in der Form der reinen Kugel nähert.

Man macht in der Praxis vom Vacuum bez. Druckverminderungen namentlich für Zwecke des Abdampfens und für Zwecke der Destillation Anwendung, für ersteren Zweck einerseits um den Abdampfungsprocess zu beschleunigen, andererseits um die Verdampfung bei niederer Temperatur zu ermöglichen, als sie unter gewöhnlichem Luftdrucke erfolgen würde, für letzteren Zweck speciell behufs Durchführung der Destillation bei niedereren Temperaturgraden (vgl. Abdampfen I pag. 13), was namentlich für Operationen mit Körpern, die sich bei ihrer Siedetemperatur zersetzen oder verändern, von wesentlichem Werthe ist. Andererseits, wiewohl seltener, macht man vom Vacuum Gebrauch zur Trocknung von Substanzen, wenn solche die Einwirkung der Luft oder eine Temperaturerhöhung nicht vertragen, in welch' letzterem Falle man die Trocknung solcher Körper durch Einstellen derselben in ein Vacuum bewirkt, in welches man gleichzeitig eine Substanz einführt, welche den Wasserdampf zu binden vermag (s. Abdampfen I pag. 5). *Gtl.*

Vacuumapparate, s. b. Zuckerfabrication.

Vacuumbremse, s. Eisenbahn (Bremse) III pag. 100.

Vacuummeter, s. Manometer.

Valait, Min. Kleine hexagonale Täfelchen oder Drusen bildende, harzige Masse von der Farbe des Erdpechs, von unbekannter Zusammensetzung, findet sich im Dolomit und Kalkstein, neben Hatchettin in den Kohlenlagern von Ronitz-Oslavan in Mähren. *Gtl.*

Valanin, s. m. Amidovaleriansäure, d. i. eine Valeriansäure, welche an Stelle eines an Kohlenstoff gebundenen Wasserstoffatoms die NH_2-Gruppe enthält, vgl. Valeriansäuren. *Gtl.*

Valencianit. Ein Feldspath aus den Gruben von Valencia in Mexiko.

Valentinit, Weisspiessglanzerz, Antimonblüthe, Min. Weisse oder gelbliche, seltener rothe, auch schwärzlich-graue Krystalle des rhombischen Systems, diamantglänzend, halbdurchsichtig, meist breit säulenförmig oder längliche Tafeln bildend, einzeln aufgewachsen oder zu fächerförmigen oder büschelförmigen Gruppen vereinigt, auch derb in körnigen, stängligen oder schaligen Aggregaten. Härte = 2·5—3, spec. Gew. = 5·56. Ist Antimonoxyd mit 84·3 Proc. Antimon. Vork. Příbram, Wolfsberg, Bräunsdorf, Horhausen (Nassau), Felsöbanya, Allemont, Malezka u. a. O. *Gtl.*

Valenz, Werthigkeit, Affinivalenz, Atomigkeit, s. d. I pag. 232.

Valeral, s. Valeraldehyd bei Valeriansäure.

Valeraldehyd, s. b. Valeriansäure.

Valeraldin, Product der Einwirkung von Ammoniak auf Sulfoisovaleraldehyd, das sich bei Behandlung einer verdünnten wässrigen Lösung von Isovaleraldehyd mit Schwefelwasserstoff bildet. Farrenkrautartige Blättchen, in Wasser unlöslich, in Aether leicht löslich, bei 41° C. schmelzend, von höchst unangenehmen Geruche. Ist eine schwache Base von der Formel $C_{15}H_{31}NS_2$, bildet mit Salzsäure ein in nadelförmigen Krystallen krystallisirendes Salz. *Gtl.*

Valeramid, d. i. das Amid der aus dem Fuselöl erhaltenen Valeriansäure, d. i. die Isovaleriansäure, früher Valeriansäure schlechtweg genannt, also das Isovaleramid $C_5H_9O(NH_2)$. Es entsteht bei Einwirkung von Ammoniak auf den Aethylester der Isovaleriansäure und bildet farblose Krystallblättchen, die bei 126—128° C. schmelzen und bei 230—232° C. sieden. Löst sich leicht in Wasser und geht beim Behandeln mit Phosphorsäureanhydrid in Butylcyanür über. *Gtl.*

Valeraminsäure, s. m. Amidovaleriansäure bez. Amido-Isovaleriansäure, d. i. ein Abkömmling der Isovaleriansäure (s. d. bei Valeriansäuren), welcher an Stelle eines *H*-Atoms im Säureradikal die NH_2-Gruppe enthält, also der Formel $C_5H_9(NH_2)O_2$ entspricht. *Gtl.*

Valeren, s. m. Amylen, vgl. Fuselöl III pag. 659, vgl. a. Valerianawurzel.

Valerianacampher, s. b. Valerianawurzel.

Valerianate, s. m. Valeriansäure-Salze, s. b. Valeriansäuren.

Valerianawurzel, Baldrianwurzel (*racine de valériane* — *valerian root*), Katzenkraut-Wurzel, Augenwurzel, Denmark. Unter diesem Namen ist die Wurzel des echten oder officinellen Baldrians (Wiesenbaldrians), d. i. *Valeriana officinalis L.*, einer perennirenden Pflanze der Familie der Valerianaceen bekannt, welche namentlich früher, z. Thl. noch gegenwärtig als Arzeneimittel, dann auch als Katzenköder verwendet wurde.

Die in unseren Climaten, namentlich an feuchten Stellen, so namentlich an Wassergräben und Bächen, dann aber auch an trockenen Localitäten im Gebirge häufig vorkommende Pflanze ist 0·9—2m hoch, mit theils glattem, theils haarigem Stengel, gegenständigen, nächst der Wurzel gefiederten Blättern und weissen oder blassröthlichen, an der Spitze der Stengel und Zweige in Doldentrauben stehenden Blüthen von hollunderartigem Geruche, hat eine faserige, mannigfache, fortlaufende Sprossen treibende Wurzel, welche aus einem kleinen, rundlichen Wurzelstocke (Wurzelhals) besteht, von dem zahlreiche, 7—14cm lange, etwa strohhalmdicke Fasern von schmutzig-weisser Farbe ihren Ausgang nehmen. Sie hat einen starken, ziemlich widerlichen, an Katzenurin erinnernden Geruch, der sich nach dem Trocknen noch stärker bemerkbar macht, und zeigt einen bitteren, zugleich scharf-gewürzhaften Geschmack. Im trockenen Zustande erscheint die Wurzel dunkelbraun, innen hellerfärbig, oberflächlich verschrumpft.

Die Wurzeln sollen nur von mindestens zwei- bis dreijährigen Pflanzen im Herbste gesammelt werden und sind die von Pflanzen auf trockenen, steinigen Anhöhen am meisten geschätzt (Gebirgsbaldrian).

Die Valeriana-Wurzel enthält als wirksame Bestandtheile ein ätherisches Oel (1·2 Proc.), einen eisengrünenden Gerbstoff, Valeriansäure, Stärke, Harz und einen bitter schmeckenden Stoff. Das ätherische Oel, das durch Destillation der Wurzel mit Wasser gewonnen werden kann, enthält nach Bruylants (Ber. d. d. chem. Ges. 11 pag. 452) ein Terpen ($C_{10}H_{16}$) vom Siedepunkte 155—160° C. (Valeren), dann flüssiges Borneol (s. d. I pag. 734) und die Ameisensäure-, Essigsäure- und Valeriansäureester des Borneols sowie Borneoläther $(C_{10}H_{17})_2O$ vom Siedepunkte 285—290° C. Es zeigt den specifischen Geruch der Wurzel in intensivem Masse und besitzt einen brennend scharfen Geschmack. Frisch ist es blassgelb bis bräunlich oder grünlich, dünnflüssig, dunkelt im Alter aber sehr nach und wird dickflüssig. Sein spec. Gew. = 0·90—0·96, es beginnt bei 200° C. zu sieden und steigert sich der Siedepunkt endlich bis 400° C. Bei der Oxydation liefert es gewöhnlichen Campher (Valerianacampher).

Der Valerianawurzel nahe verwandt und ähnlich sind 1. die Wurzel des Alpenbaldrians, *Valeriana celtica*, der auf den europäischen Alpen vorkommt und eine sehr aromatische, angenehmer riechende Wurzel liefert, die nicht selten zu Parfumerie-Zwecken verwendet wird. 2. Die Wurzel des grossen oder römischen Baldrians (Maria-Magdalenenkraut, St. Klarakraut, Speerkraut, Zahnkraut), d. i. *Valeriana Phu L.*, welche auf den Gebirgen des südlichen Europas einheimisch und auch unter dem Namen Theriakwurzel bekannt ist und sich von der gewöhnlichen Baldrianwurzel dadurch unterscheidet, dass der Wurzelstock 10 bis 15^{cm} lang, geringelt, graubraun, bis fingerdick und nur nach unten zu mit strohhalmdicken Wurzelfasern besetzt ist. Auch diese Wurzel hat einen weniger unangenehmen Geruch als die echte Baldrianwurzel. 3. Die Wurzel des kleinen Sumpf- oder Wiesenbaldrians (*Valeriana dioica L.*), der in ganz Mittel-Europa auf feuchten Wiesen und an Gräben gemein ist. Sie ist von wesentlich schwächerem Geruche als die echte Baldrianwurzel. *Gtl.*

Valeriancumarin und **Valeriancumarsäure** sind Producte, von welchen sich das erstere $C_{12}H_{12}O_2$, beim Kochen von Natriumsalicylaldehyd mit Valeriansäureanhydrid, bildet, während die letztere $C_{12}H_{14}O_8$ durch Kochen des ersteren mit Kalilauge entsteht. Farblose Krystalle, in kaltem Wasser unlöslich, wenig löslich in siedendem, leicht in Alkohol und Aether. Liefern beim Schmelzen mit Kalihydrat Salicylsäure. *Gtl.*

Valeriansäuren (*acides valériques — valeric acids*). Mit diesem Namen wird eine Gruppe isomerer einbasischer Säuren der Fettsäurereihe bezeichnet, deren Zusammensetzung der Formel $C_5H_{10}O_2$ entspricht. Es gehört hierher die normale Valeriansäure, die Isovaleriansäure, die Isobutylameisensäure, die Methyläthylessigsäure und die Trimethylessigsäure.

Die wichtigste dieser Säuren ist die Isovaleriansäure, früher Valeriansäure (*acide valérique — valeric acid*) schlechtweg genannt. Diese auch Baldriansäure und Isopropylessigsäure genannte Säure findet sich in der Baldrianwurzel und der Angelikawurzel, dann in den Beeren und der Rinde des Schneeballs (*Viburnum opulus*), ferner im Delphinthran (Phocensäure) u. a. O. Entsteht bei der Oxydation von Eiweisstoffen und Leim mit Chromsäure, auch bei der Fäulniss von Albuminaten und in grösster Menge bei der Oxydation des Kartoffelfuselöls. Synthetisch kann sie dargestellt werden durch successive Behandlung von Essigsäureäthyläther mit Isopropyljodid und Natrium.

Zur Darstellung geht man entweder von der Baldrianwurzel oder vom Fuselöl aus. Die Gewinnung aus der Wurzel gelingt am einfachsten durch Destillation der zerkleinerten Wurzel mit Wasser unter Zusatz von etwas Phosphorsäure. Es destillirt ein schwach saures Wasser, auf welchem das äther. Baldrianöl obenauf schwimmt. Man trennt dasselbe mit Hilfe eines Scheidetrichters, neutralisirt die wässrige Flüssigkeit mit kohlensaurem Natron, dampft die Lösung zur Trockene ab und destillirt das rückständige Salz mit starker Schwefelsäure. Aus Fuselöl stellt man die Säure dar, indem man in einer Retorte 51 Gew.-Thl. von doppelt chroms. Kalium mit 45 Thl. Wasser übergiesst und sodann ein kaltes Gemisch von 10 Thl. Fuselöl mit 39 Gew.-Thl. Schwefelsäurehydrat langsam einträgt und destillirt. Nach einer anderen Vorschrift übergiesst man 1 Kilo doppelt chromsaures Kalium mit $3^1/_2$ Liter Wasser, setzt ein Liter Fuselöl und endlich unter ständiger Abkühlung ein kaltes Gemenge von 1·4 Kilo Schwefelsäurehydrat mit 800 Grm. Wasser langsam zu, lässt 12 Stunden stehen und hebt die sich oben ansammelnde Oelschichte ab, um diese wesentlich aus isovalerinsaurem Isoamyl bestehende Flüssigkeit zunächst zu rectificiren und den bei 175—192° C. überdestillirenden Antheil sodann mit Aetzkali zu zersetzen, wobei man eine Lösung von isovaleriansaurem Kali und eine Oelschichte erhält, die aus Isoamylalkohol besteht. Das nach der früher erwähnten Vorschrift erhaltene Destillat neutralisirt man gleichfalls mit Kali- oder Natronlauge, hebt die sich hiebei gleichfalls abscheidende, ölige Schichte von Valeraldehyd und valeriansaurem Isoamyl ab und dampft die Lösung des Salzes zur Trockene ab, um den Trockenrückstand endlich mit starker Schwefelsäure zu destilliren.

Die reine Isovaleriansäure stellt eine farblose, nach Valerianawurzel und faulem Käse riechende Flüssigkeit dar, die bei 176·3° C. siedet und bei 0° C. das spec. Gew. = 0·9467 hat. Sie ist in Wasser schwer (in 23·6 Thl.) zu einer sauer reagirenden Flüssigkeit löslich, aus der leicht lösliche Salze (Chlorcalcium, Kochsalz) die Säure wieder ausscheiden (aussalzen). Die aus optisch

activen Isoamylalkohol gewonnene Säure ist optisch activ. Sie ist einbasisch und liefert Salze, von welchen die neutralen Alkalisalze leicht krystallisirt erhalten werden können und leicht löslich sind, auch die Salze anderer Metalle sind in Wasser meist löslich und z. Thl. gut krystallisirbar. Das Silbersalz bildet farblose Blättchen, von dem 0·185 Thl. in 100 Thl. Wasser löslich sind. Die chem. Constitution der Isovaleriansäure lässt sich durch das Schema

$$\frac{CH_3}{CH_3} > CH—CH_2—COOH$$

ausdrücken, in welchem der Complex $\frac{CH_3}{CH_3} > CH$ als der Rest des Iospropyls, der Complex $CH_2—COOH$ als der Essigsäurerest erscheint, so dass die Säure als ein Abkömmling der Essigsäure angesehen werden kann, in welcher ein Wasserstoff durch das Isopropylmolekül vertreten ist.

Mit Alkoholen verbindet sich die Isovaleriansäure gleich den übrigen Fettsäuren unter Austritt von Wasser zu zusammengesetzten Aethern oder Estern, die man durch Destillation des Gemenges der Säure mit dem Alkohol unter Zusatz von Schwefelsäure erhält. So liefert sie einen Methylester, $C_5H_9O_2—CH_3$, der bei 116·2° C. siedet und das spec. Gew. 0·8869 bei 15° C. zeigt, einen Aethylester, $C_5H_9O_2—C_2H_5$, der bei 135·5° C. siedet und das spec. Gew. 0·8717 bei 18° C. zeigt, einen Propylester, $C_5H_9O_2—C_3H_7$, vom Siedepunkt 157° C. und dem spec. Gew. 0·887 bei 0° C., einen Isopropylester, $C_5H_9O_2—C_3H_7$, vom Siedepunkte 142° C. und dem spec. Gew. 0·853 bei 17° C. u. s. w. Am bekanntesten ist der Isoamylester, $C_5H_9O_2—C_5H_{11}$, welcher durch directe Oxydation des Fuselöls (Isoamylalkohol) gewonnen wird und bei 190° C. siedet. Er zeigt das spec. Gew. = 0·870 bei 0° C. und bildet den Hauptbestandtheil des unter dem Namen *apple-oil* bekannten Fruchtäthers, der sein an Aepfel erinnerndes Aroma diesem Ester verdankt. Von den übrigen isomeren Formen der Valeriansäure sind ferner zu nennen:

Die normale Valeriansäure oder Propylessigsäure, auch Pentylsäure, deren Constitution durch das Schema $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—COOH$ ausgedrückt werden kann. Sie findet sich im rohen Holzessig und kann synthetisch durch Erhitzen von normalem Cyanbutyl mit Aetzkali, sowie durch Einwirkung von metallischem Silber auf ein Gemenge von Jodäthyl und β-Jodpropionsäure bei 150—180° C. erhalten werden. Entsteht auch bei der fauligen Gährung von milchsaurem Calcium. Sie stellt eine farblose, der Buttersäure ähnlich riechende Flüssigkeit vom spec. Gew. = 0·941 bei 20° C. dar, die bei 184—185° C. siedet und sich bei 16° C. in 27 Vol. Wasser löst. Ihre Salze sind denen der Isovaleriansäure ziemlich ähnlich.

Die Isobutylameisensäure, deren Constitution durch das Schema $\frac{CH_3}{CH_3} > CH—CH_2—COOH$ ausgedrückt werden muss, die jedoch nur aus dem Cyanisobutyl durch Zersetzung mit alkohol. Kalihydrat erhalten wird und optisch nicht activ ist, siedet bei 175° C., spec. Gew. 0·9307 bei 19·7° C. Ihre Salze sind dadurch ausgezeichnet, dass sie in wässriger Lösung meist schwach sauer reagiren und mit Ausnahme der Alkali- und alkal. Erdsalze in Wasser schwieriger löslich sind und zwar in heissem Wasser schwerer als in kaltem. Sonst verhält sich die Säure der gleich constituirten Isovaleriansäure sehr ähnlich.

Die Methyläthylessigsäure, deren Constitution durch das Schema $\frac{CH_3}{C_2H_5} > CH—COOH$ auszudrücken ist, bildet sich bei der Behandlung der Tiglinsäure mit Jodwasserstoff, sowie beim Erhitzen von Methyläthylmalonsäure, wobei diese in Kohlensäure und Methyläthylessigsäure zerfällt u. a. a. W. Sie ist farblos, leicht beweglich, vom Siedepunkte 177° C. und dem spec. Gew. = 0·938 bei 24° C. Optisch nicht activ. Das Silbersalz ist in 174 Thl. Wasser löslich. Diese Säure findet sich auch in der durch Oxydation des optisch activen Amyl-

alkohols erhaltenen Valeriansäure neben der Isovaleriansäure und kann von dieser durch die Behandlung der Silbersalze mit Wasser getrennt werden, von dem das der Isovaleriansäure fast 6mal schwerer löslich ist.

Die Trimethylessigsäure, deren Zusammensetzung der Formel

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} > C—COOH$$

entspricht, entsteht bei der Oxydation des Pinakolins mit Chromsäure sowie aus dem Trimethylcarbinolcyanür durch Behandeln mit Salzsäure. Sie ist fest und bildet farblose bei 35·5° C. schmelzende Krystalle, die bei 163·7° C. sieden. Das spec. Gew. = 0·905 bei 50° C. Sie löst sich in 45 Thl. Wasser von 20° C. Die Salze sind fast sämmtlich in Wasser löslich und haben Neigung in saure Salze überzugehen.

Allen diesen isomeren Säuren entsprechen gleich den übrigen Fettsäuren Anhydride, Aldehyde, Ketone und Alkohole, bez. Aether und Substitutionsproducte, deren Constitutionsverhältnisse den zugehörigen Säuren insoferne analog sind, als den verschiedenen Isomerieformen der Säuren endlich gewisse. bestimmt constituirte Kohlenwasserstoffe zu Grunde liegen, von denen sie selbst, wie die zu den Säuren in näherer Beziehung stehenden Abkömmlinge (Aldehyde, Ketone, Alkohole etc.) abgeleitet zu denken sind. Diese, der allgemeinen Formel CnH_{2n} + 2 entsprechenden Grenzkohlenwasserstoffe C_5H_{12}, Pentane genannt, sind in drei verschiedenen Structurformen bekannt, u. z. als Normalpentan $CH_3—(CH_2)^3—CH_3$, dann als secundäres Pentan $\frac{CH_3}{CH_3} > CH—CH_2—CH_3$ und als tertiäres Pentan (Tetramethylmethan) $C—(CH_3)^4$. Von diesen nun leiten sich die bekannten Valeriansäuren ab u. z. liefert das normale Pentan offenbar nur eine Säure, der die Formel $CH_3(CH_2)^3—COOH$ zukommen muss (normale Valeriansäure), während das secundäre Pentan zwei verschiedene Säuren liefern muss, je nachdem eine der unmittelbar benachbarten oder die isolirt stehende CH_3 in die $COOH$-Gruppe übergeht, also die Formen $\frac{CH_3}{COOH} > CH—CH_2—CH_3$ und die Form

$$\frac{CH_3}{CH_3} > CH—CH_2—COOH.$$

Die erste dieser Säuren ist offenbar die Methyl-Aethylessigsäure. Die letzte, die Isopropylessigsäure oder Isovaleriansäure. Von dem dritten Pentan leitet sich wieder nur eine Säure, nämlich Trimethylessigsäure ab, welche als $C(CH_3)^3—COOH$ erscheint. Soferne die Aldehyde von den Säuren wesentlich dadurch unterschieden sind, dass sie an Stelle der $COOH$-Gruppe die COH-Gruppe enthalten, während für die primären Alkohole die CH_2OH charakteristisch ist, werden aus den obigen Schemen leicht die Formeln für die, den einzelnen Säuren entsprechende Aldehyde und Alkohole abzuleiten sein.

Für die relativ wichtigste der genannten Säuren, die Isovaleriansäure, wird demnach der correspondirende Aldehyd sein müssen $\frac{CH_3}{CH_3} > CH—CH_2—COH$ und der correspondirende Alkohol $\frac{CH_3}{CH_3} > CH—CH_2—CH_2OH$. Von diesen entsteht der Aldehyd (Isovaleraldehyd) Isoamylaldehyd durch mässige Oxydation des Fuselöls (Gährungsamylalkohols) und bildet eine erstickend obstartig riechende Flüssigkeit, die bei 92—93° siedet und das spec. Gew. 0·768 zeigt. Er geht bei der Oxydation direct in Isovaleriansäure über, aus der er selbst wieder durch kräftige Reductionsmittel und insbesondere durch trockene Destillation eines Gemenges von isovaleriansaurem und ameisensaurem Natron erhalten werden kann. Erhitzen mit alkohol. Ammoniak verwandelt ihn in stickstoffhaltige, basische Körper zunächst das Valerydin $C_{10}H_{19}N$ und das Valeritrin $C_{15}H_{27}N$, für deren Bildung eine Condensation von zwei bis drei Aldehydmolekülen vorangehen muss. Endlich entsteht eine, dem Coniin ähnlich riechende, bei 250—260° C. siedende Base.

Der zugehörige Alkohol (Isoamylalkohol, Gährungsamylalkohol, Isobutylcarbinol) wurde bereits an a. O. (s. Fuselöl III pag. 659) besprochen.

Von den übrigen näheren Abkömmlingen der Säure entsteht das Isovaleriansäure-Anhydrid durch Behandlung von isovaleriansaurem Natron mit Phosphoroxychlorid, wobei zunächst Valeroxylchlorid (Valerylchlorid oder Chlor-

valeryl) C_5H_9OCl entsteht, das weiter mit dem Reste des Natronsalzes sich zu $ClNa$ und $\frac{C_5H_9O}{C_5H_9O} > O$, d. i. dem Anhydrid der Isovaleriansäure umsetzt, das eine farblose, äpfelartig riechende Flüssigkeit vom Siedepunkte 215° C. und dem spec. Gew. 0·934 darstellt, deren C_5H_9O-Gruppen die Constitution

$$\frac{CH_3}{CH_3} > CH—CH_2—CO$$

haben. Mit Wasser geht es langsam, mit Alkalien sofort in Valeriansäure über. Der Isovaleriansäureketon, Valeron, Diisobutylketon, entsteht bei der trockenen Destillation von isovaleriansaurem Kalk neben Varelaldehyd (Valeral) und entspricht der Formel $C_4H_9—CO—C_4H_9$. Er bildet eine farblose, ätherisch riechende Flüssigkeit, die in Wasser unlöslich, leicht in Aether und Alkohol löslich ist und bei 182° C. siedet. Ihr spec. Gew. = 0·833.

Von sonstigen Abkömmlingen der Valeriansäure wäre noch das Amid der Säure Isovaleramid (Valeramid) $C_5H_9ONH_2$, das weisse Blättchen bildet, die in Wasser löslich sind, zu nennen, welches entsteht, wenn man Ammoniak auf eine der Isovaleriansäureester oder auf das Säureanhydrid einwirken lässt. Es geht beim Behandeln mit Phosphorsäureanhydrid in Isobutylcyanür (Valeronitril) $C_4H_9—CN$ über, Salpetersäure verwandelt die Isovaleriansäure bei längerer Einwirkung in Nitrovaleriansäure $C_5H_9(NO_2)O_2$, welche farblose, tafelförmige Krystalle oder Nadeln bildet, die in Wasser löslich sind. Näheres über Valeriansäuren s. in chem. Handbüchern. *Gtl.*

Valeriansäureäther, Valeriansäureester, s. b. Valeriansäuren.

Valeriansäureanhydrid, s. b. Valeriansäuren.

Valerin, s. m. Valeriansäure-Glycerylester.

Valeritrin, s. b. Valeriansäuren.

Valerolactinsäure, s. Oxyvaleriansäure VI pag. 460.

Valeron, s. b. Valeriansäuren.

Valeronitril, s. m. Butylcyanur, s. b. Valeriansäuren.

Valeroxylchlorid, s. b. Valeriansäuren.

Valerydin, s. b. Valeriansäuren.

Valerylchlorür, s. b, Valeriansäuren.

Valerylen. Kohlenwasserstoff der Acetylenreihe von der Formel

$$C_5H_8 = \left(\frac{CH_3}{CH_3} > CH = C = CH\right),$$

aus Bromisoamylen durch Erhitzen desselben mit alkoholischer Kalilauge darstellbar. Bildet eine farblose, lauchartig riechende Flüssigkeit, die bei 45° C. siedet und das spec. Gew. 0·70 zeigt. Es liefert keine Verbindungen mit Kupfer und Silber, gibt mit Brom ein bei 170° C. siedendes Dibromid $C_5H_8Br_2$. Ein isomeres Valerylen entsteht aus dem Methylpropylketonchlorid durch Behandlung mit alkoholischer Kalilauge. Dasselbe hat die Constitution $\frac{CH_3}{CH_3} > CH—C\equiv CH$ und liefert daher wie alle Acetylene, welche ein dreifach gebundenes Kohlenstoffatom enthalten, mit Kupfer und Silber unlösliche Verbindungen. Es siedet bei 50° C. Mit conc. Schwefelsäure geschüttelt, liefern die Valerylene Condensationsproducte. So bildet sich ein Divalerylen $C_{10}H_{16}$ und ein Trivalerylen $C_{15}H_{24}$. Das erstere siedet bei 175° C., das letztere bei 270° C. *Gtl.*

Validin. Flüchtige Base von der Formel $C_{16}H_{21}N$, welche nach Williams (Zeitschft. f. Chem. 1867 pag. 429) bei der trockenen Destillation des Cinchonins entsteht. *Gtl.*

Valonia, Vallonia, orientalische Knoppern (*vélanide — valonia*), auch Ackerdoppen oder Eckerdoppern genannt, sind die Kelche, bez. becherförmigen

Fruchthüllen (*copulae*) der im Oriente und in Südeuropa einheimischen Knoppereiche (*Quercus Aegylops L.*), einer unserer Eiche ähnliche Pflanze mit eingeschnitten gezähnten, unterseits graufilzigen Blättern, deren Sägezähne in Stachelspitzen auslaufen. Die Früchte sind kurz gestielt, die Fruchtbecher bis 2[cm] im Durchmesser, innen graufilzig, aussen mit grossen eiförmigen abstehenden Schuppenblättchen bedeckt. Man sammelt die Früchte vor der Reife und lässt sie auf Haufen geschichtet einige Monate lang in geschlossenen Räumen lagern, wo sie eine Art Gährung erleiden und sich hierauf leicht von den Fruchtbechern loslösen lassen, die nunmehr getrocknet und in den Handel gebracht werden. Sie sind sehr reich an Gerbstoff und bilden ein geschätztes Gerbemateriale, das vornehmlich von Kleinasien (Smyrna) und von Griechenland (Morea, Missolunghi), u. zw. über Triest, Genua, Livorno, Marseille u. a. O. zu Markte kommt. Die Smyrna-Valonien gelten als die beste Sorte. *Gtl.*

Valparaiso-Flechte, s. m. Rocellaflechte von Valparaiso, s. b. Flechtenfarbstoffe III pag. 582.

Valvolineöl, Name eines Mineralschmieröls aus Naphta, das in verschiedenen Qualitäten (als *Valvoline-Cylinder Oil*, *machine Oil*, *Spindle oil*) in den Handel kam und aus hochsiedenden Antheilen der amerikan. Naphta von einem über 360° C. liegenden Siedepunkte und zwischen 0·871 (*Spindle oil*) und 0·893 (*Cylinder oil*) schwankendem spec. Gewichte besteht. *Gtl.*

Valylen, Kohlenwasserstoff von der Formel C_5H_6, aus dem Valerylendibromid (s. b. Valerylen) durch Erhitzen mit alkohol. Kalilauge entstehend. Er stellt eine farblose, knoblauchartig riechende Flüssigkeit dar, die bei 45—50° C. siedet. Liefert mit ammoniakalischer Kupfer- oder Silberlösung Niederschläge der Kupfer- oder Silberverbindung. *Gtl.*

Van Dyck Braun, s. m. geglühtes Eisenroth; durch mehrmaliges Glühen von Eisenroth dargestellte Malerfarbe. *Gtl.*

Vanad, s. m. Vanadium.

Vanadchloride, s. b. Vanadium.

Vanadige Säure, s. b. Vanadium.

Vanadiges Sulfid, s. m. Vanadoxysulfid, s. b. Vanadium.

Vanadin, s. m. Vanadium.

Vanadinate, s. m. vanadinsaure Salze, s. Vanadium.

Vanadinbleierze, s. Vanadinit, s. a. Dechenit II pag. 592, Descloizit II pag. 598, Eusynchit III pag. 317.

Vanadinit, Vanadinbleierz, Min. Kleine, säulenförmige Krystalle des hexagonalen Systems von gelber und braungelber Farbe, fettglänzend, undurchsichtig, Härte = 3, spec. Gew. = 6·8—7·2. Ist vanadinsaures Bleioxyd mit geringem Chlorbleigehalt. Vork. Zimapan in Mexiko, Beresowsk in Sibirien. *Gtl.*

Vanadinocker Min. Als gelber, pulveriger Anflug oder Ueberzug auf Gediegenkupfer von Obersee vorkommend. Ist Vanadinsäureanhydrid. *Gtl.*

Vanadinsäure, Vanadsäure, s. b. Vanadium.

Vanadintinte, s. Tinte IX pag. 493.

Vanadiolith, s. m. Vanadinkupferblei, s. a. Psittacinit bei Vanadium.

Vanadit, s. m. Vanadinit.

Vanadium (*Vanadium* — *Vanadium*), Erythronium von Del Rio, Vanadin. Symbol *Vd* oder *V*, Atomgewicht = 51·2 *). Fünfwerthiges metallisches Element.

*) Nach der Neuberechnung von Clarke ist $V = 51·26$, nach jener von L. Meyer und Seubert ist $V = 51·1$ mit einem möglichen Fehler von etwa 0·1.

Schon 1801 entdeckte del Rio dieses Element in einem Bleierze von Zimapan in Mexiko und nannte es nach der Eigenschaft seiner Salze bei Behandlung mit Säuren oder im Feuer schön roth zu werden, Erythronium (ἐρυθρός = roth). Collet-Descotils hielt das fragliche Mineral jedoch für Bleichromat (1805), was später auch der Entdecker zugab. 1830 entdeckte Sefström das Metall in dem aus Taberger Erzen gewonnenen Stabeisen von Eckersholm in Schweden und benannte es nach Vanadis, einem Beinamen der Göttin Freia, Vanadium (Vanadin oder Vanad), und noch im selben Jahre wies Wöhler nach, dass es mit del Rio's Erithronium identisch sei, und dass das fragliche Mineral von Zimapan Bleivanadat sei.

Während man seit Berzelius das Vanadin mit Chrom und Molybdän nahe verwandt hielt, wies Roscoë 1867 nach, dass der bisher als metallisches Vanad betrachtete Körper ein niederes Oxyd oder das Nitrid des Elementes sei, dass das flüchtige Chlorid sauerstoffhältig und das höchste Oxyd ein Pentoxyd sei. Somit gehört das Vanadium nicht, wie man früher glaubte, zur Chrom-, sondern zur Stickstoffantimongruppe.

In der Natur findet sich das Vanadium spurenweise in Uranpecherz von Joachimsthal, in manchen Eisenerzen, Thonen, Basalten etc. etc., woraus dasselbe in viele Industrieproducte (Roheisen, Eisenschlacken, Soda, Phosphor-Salz etc.) übergeht. Eigentliche Vanadiummineralien sind: Decloizit und Vanadit ($Pb_2V_2O_7$); Dechenit $(PbZn)(VO_3)_2$; Pucherit $BiVO_4$; Vanadinit oder Vanadinbleierz, $3Pb_3(VO_4)_2 + PbCl_2$; Volborthit $(CuCa)_3(VO_4)_2 + H_2O$; Mottramit $(PbCu)_3(VO_4)_2 + 2(PbCu)(OH_2)$; Psittacinit $(PbCu)_3(VO_4)_2 + 3Cu(OH_2) + 6H_2O$; Roscoëlit $4AlVO_4 + K_4Si_9O_{20} + H_2O$. Von diesen Mineralien wird der in grösseren Mengen vorkommende Mottramit von der Magnesium-Metall-Company in Patricroft bei Manchester auf Vanadinpentoxyd, Ammonium-Vanadat etc. verarbeitet.

Wie schon erwähnt, ist ein geringer Vanad-Gehalt in Eisenerzen, besonders in oolithischen Bohnerzen nicht selten; als Beispiel möge die nachfolgende Analyse Haverlaher Bohnerze von Lindemann dienen:

Eisenoxyd	44·46	Proc.
Eisenoxydul	2·29	„
Thonerde	7·83	„
Kalk	3·84	„
Magnesia	0·29	„
Manganoxyd	1·42	„
Phosphorsäure	1·09	„
Vanadinsäure	0·22	„
Arsensäure	0·08	„
Chromoxyd	0·01	„
Glühverlust	10·11	„
Unlöslicher Rückstand	28·35	„

Berzelius erhielt durch Erhitzen des flüchtigen Vanadium-Oxychlorides in einem Ammoniakgasstrome einen metallähnlichen Körper, den er für Vanadium hielt, während Roscoë nachwies, dass derselbe Vanadiumononitrid, VN sei. Letzterer stellte das Element durch Reduction des Dichlorides mittelst Wasserstoff dar, doch ist es sehr schwer, reines Vanadin zu erhalten.

Das Metall ist ein hellgraues, unter dem Mikroskope silberglänzendes krystallinisches Pulver von 5·5 spec. Gewicht, das an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur langsam, bei gelindem Erwärmen unter Erglühen oxydirt und in eine Flamme gestreut unter Funkensprühen verbrennt. Salzsäure und verdünnte Schwefelsäure, sowie alkalische Laugen greifen es nicht an, in heisser, concentrirter Schwefelsäure löst es sich mit grüner, in Salpetersäure mit blauer Farbe. Geschmolzenes Aetznatron verwandelt es unter Wasserstoffentwicklung in Natriumvanadat; in Chlorgas erhitzt, verbrennt es zu Tetrachlorid und mit Stickstoff verbindet es sich bei Rothgluth direct zu VN.

Das Vanadium ist ein fünfwerthiges Element. Die Constitution seiner Verbindungen ist am besten aus nachfolgender Zusammenstellung ersichtlich. In diesen Verbindungen tritt häufig das Radical Vanadyl: $O = V \equiv$ auf.

Sauerstoffverbindungen:

Vanadyl $O = V \equiv$

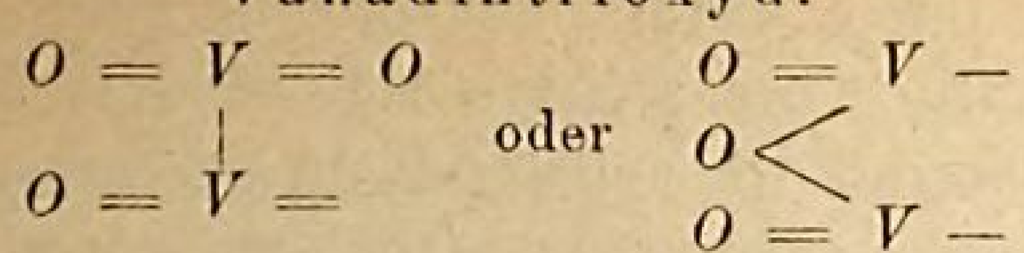
Vanadindioxyd $\begin{array}{c} O = V = \\ \vert \\ O = V = \end{array}$

Chlorverbindungen:

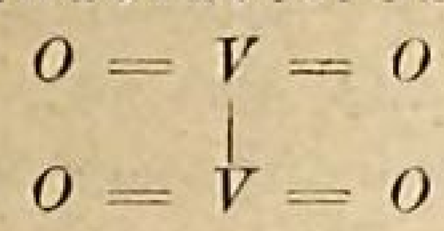
Vanadindichlorid $\begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix} > V =$

Vanadintrichlorid $\begin{matrix} Cl \\ Cl \end{matrix} > \begin{array}{c} V = \\ \vert \\ Cl \end{array}$

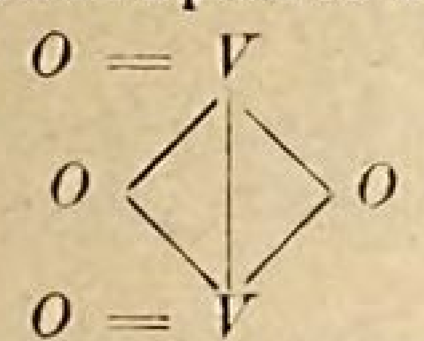
Vanadintrioxyd:



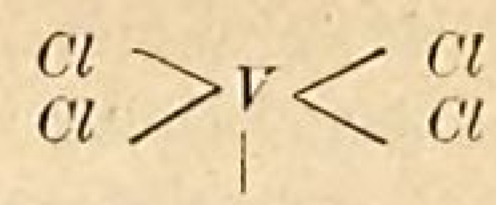
Vanadintetroxyd:



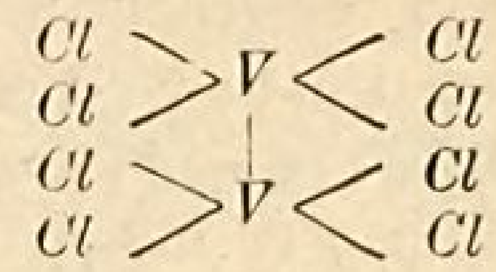
Vanadinpentoxyd:



Vanadintetrachlorid:

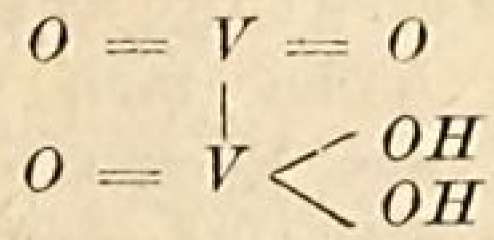


oder:



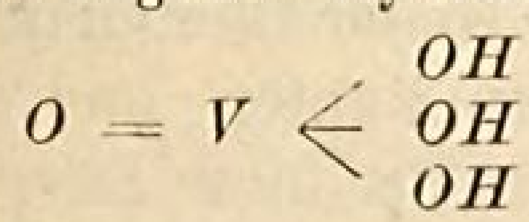
Von dem Vanadintetroxyd leitet sich ab das

Untervanadinsäurehydrat:

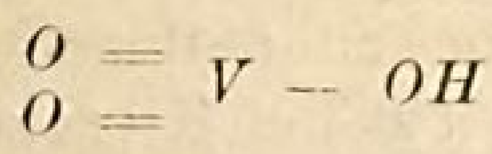


Vom Vanadinpentoxyd sind folgende Hydrate abzuleiten:

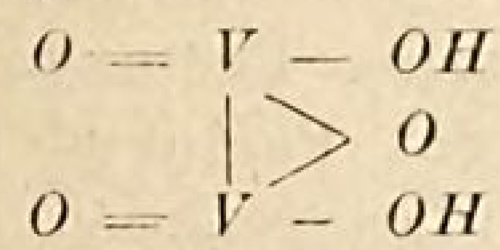
Orthovanadinsäure:



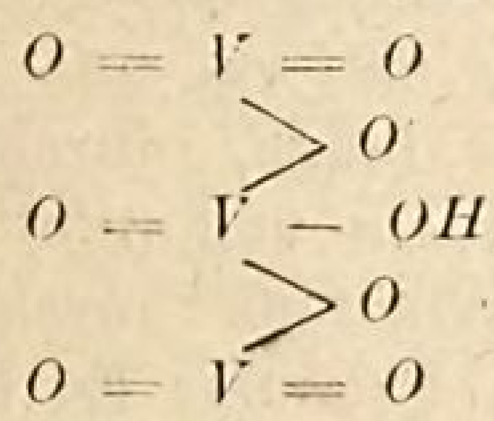
Metavanadinsäure:



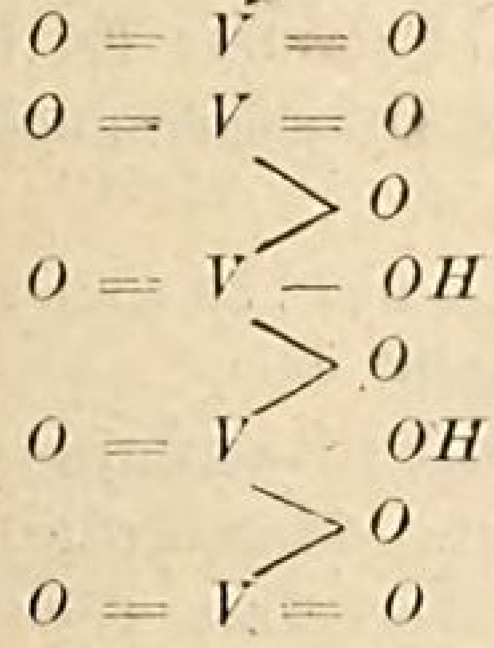
Pyrovanadinsäure:



Trivanadinsäure:



Tetravanadinsäure:



a) Sauerstoffverbindungen des Vanad.

Vanadinbioxyd, (*dioxyde de vanadium — dioxyde of vanadium*) Vanadinoxydul, Vanadinsuboxyd, Divanadyl, V_2O_2 (auch VO geschrieben), bildet ein graues, metallglänzendes, in Wasser unlösliches, in verdünnten Säuren unter Wasserstoffentwicklung mit blauer Farbe lösliches Pulver. Diese blaue Lösung entsteht auch durch Reduction einer Lösung des Pentoxydes in Schwefelsäure mit Zink, Cadmium oder Natriumamalgam. Diese Lösung ist ein sehr kräftiges Reductionsmittel: es absorbirt den Sauerstoff der Luft äusserst rasch und bleicht organische Farbstoffe wie Chlor.

Vanadintrioxyd (*sesquioxyde de vanadium — trioxyde of vanadium*) Vanadinsesquioxyd, V_2O_3 ist ein schwarzes, glänzendes, unschmelzbares Pulver, das sich an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur langsam, in der Wärme unter Feuererscheinung zu Pentoxyd oxydirt. In Lösung erhält man es leicht durch Reduction der schwefelsauren Lösung des Pentoxydes mit Magnesium als grüne Lösung.

Vanadintetroxyd (*tetroxyde de vanadium — tetroxyde of vanadium*) vanadinige Säure, Vanadinoxyd, Vanadinsuperoxyd, Untervanadinsäure (*acide hypovanadique*) V_2O_4 (oder VO_2) entsteht durch all-

mählige Oxydation des Vorigen an der Luft oder durch mässige Reduction des Pentoxydes in Form blauer, glänzender Krystalle, die sich in Säuren mit blauer Farbe lösen. Diese Lösung erhält man, auch wenn die schwefelsaure Lösung des Pentoxydes mit Schwefelwasserstoff, schwefliger Säure oder Oxalsäure reducirt, oder durch die saure Lösung der niedrigeren Oxyde Luft geleitet wird. Natriumcarbonat fällt in der Kälte weissgraues $V_2O_2(OH)_4 + 5H_2O$, das zu einer schwarzen amorphen Masse eintrocknet und bei 100° C. 4 Moleküle Wasser abgibt.

Von den Untervanadsauren Salzen oder Hypovanadaten sind zu erwähnen: Kaliumdihypovanadat, $K_2V_4O_9 + 7H_2O$; Natriumdihypovanadat, $Na_2V_4O_9 + 8H_2$; Ammoniumdihypovanadat $(NH_4)_2V_4O_9 + 3H_2O$, alle drei in Wasser löslich; ferner Silberhypovanadat, $Ag_2V_2O_5$ und Bleihypovanadat, PbV_2O_5, beide in Wasser unlöslich.

Vanadinpentoxyd (*pentoxyde de vanadium, acide vanadique — vanadic acid*), Vanadinsäure, Vanadinsäureanhydrid, V_2O_5, wird am besten aus dem Mottramit erhalten, indem man diesen mit concentrirter Salzsäure behandelt, die Lösung decantirt, den Rückstand mit Wasser auswäscht, die Waschwässer zur salzsauren Lösung fügt und nach Zusatz von überschüssigem Salmiak eindampft, wobei sich schwerlösliches Ammoniummetavanadat NH_4VO_3 abscheidet, das durch mehrmaliges Umkrystallisiren kupfer- und eisenfrei erhalten wird. Durch mässiges Erhitzen erhält man aus diesem Producte ziemlich reines Vanadiumpentoxyd, das, um Kieselsäure, Phosphorsäure etc. zu entfernen, in Wasser vertheilt, durch Einleiten von Ammongas gelöst, filtrirt (wobei Kieselsäure, Phosphate, etc. ungelöst bleiben) eingedampft und erhitzt, fast reines Pentoxyd liefert. Um auch die letzten Kieselsäuremengen zu entfernen, wird das Pentoxyd mit reiner Schwefelsäure angefeuchtet und einige Tage lang in Platingefässen Flussäuredämpfen ausgesetzt. Die Schwefelsäure wird durch Erhitzen entfernt und der Rückstand geschmolzen, und man erhält so nach dem Erstarren lange, durchsichtige, rothbraune, beinahe metallglänzende, rhombische Krystallnadeln von 3·35 spec. Gewicht. Reines Pentoxyd erglüht im Augenblicke des Erstarrens durch die ganze Masse; unreines gibt nach dem Erstarren ein amorphes Product. Es löst sich in etwa 1000 Theilen Wasser mit gelber Farbe, die Lösung ist geschmacklos und röthet blaues Lackmuspapier.

Die normale oder Ortho-Vanadinsäure (*acide orthovanadique — orthovanadic acid*) H_3VO_4 ist unbekannt.*)

Metavanadinsäure (*acide métavanadique — metavanadic acid*) HVO_3 wurde zuerst von Gerland dargestellt. Man erhält es am bequemsten, wenn man eine mit überschüssigem Salmiak versetzte Lösung von Kupfersulfat so lange mit Ammoniumvanadat versetzt, bis ein bleibender Niederschlag entsteht. Erwärmt man nun langsam auf 75° C., so ist in einigen Stunden alle Vanadinsäure gefällt. Sie stellt schöne goldgelbe und metallglänzende Schuppen dar, welche als „Vanadiumbronze“ in den Handel kommt, und um so schöner werden, je grössere Materialmengen man in Arbeit nimmt und je langsamer man erhitzt.

Pyrovanadinsäure (*acide pyrovanadique — pyrovanadic acid*) $H_4V_2O_7$ fällt beim Versetzen der Lösung eines Tetra- oder Hexavanadates mit Salpetersäure in braunen Flocken. Da es über Schwefelsäure ein Molekül Wasser abgibt, kann es möglicher Weise auch ein Hydrat des Vorigen sein.

Vanadiumpentoxyd löst sich in starken Säuren mit gelber Farbe und man erhält so Vanadylsalze, welche das 3werthige Radical Vanadyl VO enthalten. Am bekanntesten ist das normale Vanadylsulfat $(VO)_2 . (SO_4)_3$ und die beiden basischen Salze $(VO)_2O(SO_4)_2$ und $VO(OH)SO_4$, endlich das Vanadylchlorid $VOCl_3$.

In den Divanadylsalzen kann man das vierwerthige Radical Divanadyl, V_2O_2 (Vanadindioxyd) als vorhanden annehmen.

*) In der 3. Auflage von Muspratt's Chemie in Anwendung auf Künste und Gewerbe ist das Vanadinpentoxyd fälschlich als Orthovanadinsäure bezeichnet (pag. 151, Band 7).

Das Divanadyltetrachlorid $V_2O_2Cl_4 + 5H_2O$, erhält man als grüne Lösung durch Behandeln von Pentoxyd mit heisser concentrirter Salzsäure unter Chlorentwicklung. Beim Eindampfen im Wasserbade erhält man es als zerfliessliche amorphe braune Masse.

Divanadylsulfat, $V_2O_2(SO_4)_2$, entsteht, wenn man die Lösung des Tetroxydes in überschüssiger Schwefelsäure eindampft und den Rückstand längere Zeit auf den Siedepunkt der Säure erhitzt, als grünlichblaues, sandiges Pulver.

Die Vanadate sind den Phosphaten analog zusammengesetzt und man kennt Meta-, Ortho- und Pyro-Vanadate. Ausserdem sind Polyvanadate bekannt, deren Constitution aus der obigen Zusammenstellung ersichtlich ist. Das wichtigste Vanadat ist das:

Ammoniummetavanadat, NH_4VO_3. Man erhält es durch Auflösen des Pentoxydes in Ammoniak und Eindampfen oder Fällen durch Alkohol- oder Salmiakzusatz, in welchen beiden es unlöslich ist, in durchsichtigen, farblosen krystallinischen Krusten. Da seine Lösung mit Galläpfelaufguss tief schwarz wird, wurde sie von Berzelius als Tinte vorgeschlagen, doch greift sie Stahlfedern rasch an und die Schrift verblasst nach kurzer Zeit.

Sonstige Vanadate sind:

Kaliummetavanadat KVO_3, durch Zusammenschmelzen von K_2CO_3 und V_2O_5 erhalten, in Wasser löslich.

Kaliumtetravanadat, $K_2V_4O_{11} + 3H_2O$.

Natriumorthovanadat, $Na_3VO_4 + 16H_2O$, erhalten durch Zusammenschmelzen von Pentoxyd und Soda, Lösen der Schmelze in möglichst wenig kaltem Wasser und Ueberschichten mit Alkohol, in farblosen Nadeln. Wasser verwandelt es in der Kälte langsam, beim Kochen schnell in:

Natriumpyrovanadat $Na_2V_2O_7 + 18H_2O$, das in sechsseitigen Tafeln krystallisirt, in Wasser leicht, in Alkohol unlöslich ist.

Natriummetavanadat $NaVO_3$ und Natriumtetravanadat $Na_2V_4O_{11} + 9H_2O$ sind den entsprechenden Kalisalzen ähnlich.

Ammoniumtetravanadat, $(NH_4)_2V_4O_{11}+4H_2O$ krystallisirt aus der kochenden, mit Essigsäure bis zur Wiederlösung des anfänglich entstehenden Niederschlages versetzten Lösung von Ammoniummetavanadat beim Erkalten in durchsichtigen, grossen, orangenrothen Krystallen.

Ammoniumhexavanadat $(NH_4)_2V_6O_{16} + 6H_2O$ bildet prachtvolle, rothe Krystalle.

b) Haloidverbindungen des Vanad.

Vanadintetrachlorid (*tétrachlorure de vanadium — tetrachloride of vanadium*) entsteht durch directe Vereinigung des glühenden Metalles oder durch Zersetzung des Mononitrides mit trockenem Chlorgas als dunkel-braunrothe Flüssigkeit, die sich bei 154° C. oder langsamer bei gewöhnlicher Temperatur, besonders unter Einwirkung des Lichtes unter Bildung von

Vanadiumsesquichlorid (*sesquichlorure de vanadium — sesquichloride of vanadium*) V_2Cl_6 zersetzt.

Das Vanadiumdichlorid (*dichlorure de vanadium — dichloride of vanadium*) V_2Cl_4 krystallisirt in apfelgrünen, glimmerartig glänzenden, hexagonalen Tafeln, ist sehr hygroskopisch und löst sich in Wasser mit violetter Farbe.

Vanadinsesquibromid (*sesquibromure de vanadium — sesquibromide of vanadium*) V_2Br_6 ist eine grauschwarze, amorphe Masse, die in feuchter Luft zerfliesst.

Vanadinjodide sind nicht bekannt.

Ausserdem kennt man noch folgende Oxyhalogenverbindungen des Vanads:

Vanadyltrichlorid, Vanadinoxytrichlorid, $VOCl_3$ oder

$$O = V \begin{matrix} \diagup Cl \\ - Cl. \\ \diagdown Cl \end{matrix}$$

Vanadyldichlorid $VOCl_2$.
Vanadylmonochlorid $VOCl$.
Divanadylmonochlorid $(VO)_2Cl$.
Vanadyltribromid $VOBr_3$ und
Vanadyldibromid, $VOBr_2$.

c) Stickstoffverbindungen des Vanad.

Vanadinmononitrid (*monoazoture de vanadium — mononitrid of vanadium*) VN, entsteht, wie schon erwähnt, durch directe Vereinigung der Elemente bei Weissgluth. An der Luft erhitzt oxydirt es sich und mit Alkalien geglüht entwickelt es Ammoniak.

Vanadiumdinitrid (*diazoture de vanadium — dinitrid of vanadium*) VN_2 entsteht durch Einwirkung von Ammoniak auf Vanadyltrichlorid und Erhitzen des Productes bis zur vollständigen Verflüchtigung des Salmiak.

Das Vanadium ist mehrfach zur praktischen Anwendung empfohlen worden. Berzelius' Vanadintinte und Gerland's Vanadinbronze (Metavanadinsäure) wurden schon oben besprochen. Ferner wurde es empfohlen, zur Anwendung in der Photographie (Polyt. Notizblatt 1876 Nr. 15, 16, 17), in der Porzellanmalerei (Deville), zur Prüfung von Rothweinen auf Tanninzusatz; als Zusatz beim Drucken von Anilinschwarz auf Baumwolle, wodurch der Glanz der Farbe und die Reinheit des Druckes erhöht, das Angreifen des Kratzeisens und der Walzen vermieden und eine leichtere Regulirbarkeit der Oxydationsdauer erzielt wird. Von besonderer Wichtigkeit erscheint die Verwendung des Ammoniumvanadates in der Anilinschwarzfärberei und Fabrication, die zuerst 1871 von Lightfoot durchgeführt wurde. Später liess sich Pinkney die Anwendung von Vanad- und Uran-Salzen im Vereine mit Nickelsalzen zur Herstellung von Anilinschwarz patentiren. 1876 zeigte Guyard, dass ein Theil Vanadiumchlorür bei Gegenwart einer genügenden Chloratmenge 1000 Thl. Chloranilin in Anilinschwarz umwandeln könne. Witz in Rouen endlich stellte fest, dass die Ziffern noch zu niedrig gegriffen seien, indem zur Darstellung von Anilinschwarz ein Theil des Vanadsalzes auf 61700 Theile des Anilinsalzes oder auf 42500 Thl. des Anilinöles genüge.

Ausserdem fand Vanadin noch Anwendung zur Erzeugung neuer Farben aus Blauholzextract (gelb), aus Toluidin (bronze), bei Erzeugung von Catechubraun, von Naphtylaminfarben etc. *Hanns v. Jüptner.*

Vanadoxychloride, s. Vanadium.

Vanadoxyd, Vanadoxydul und **Vanadoxydsalze**, s. b. Vanadium.

Vanadoxysulfid, s. Vanadium.

Vanadsäureanhydrid, s. Vanadium.

Vanadsuboxyd, s. b. Vanadium.

Vanadsulfid, s. b. Vanadium.

Vanillasäure, s. b. Vanille.

Vanille (*vanille — vanilla*). Unter diesem Namen kommen die Früchte (unrichtig als Schoten bezeichnet) von zwei Orchideen, u. z. *Vanilla aromatica Sw.* u. *Vanilla planifolia Ait.* in den Verkehr, welche seit mehreren Jahrhunderten als feines Gewürz im Gebrauche sind und ihren Namen aus dem Spanischen von *vainilla*, d. h. Schötchen herleiten.

Von den Stammpflanzen der Vanille, die in Südamerika, Mexiko und auf den westindischen Inseln einheimisch sind und daselbst ebenso wie auf Java, Mauritius, Reunion und den Seychellen cultivirt werden, wobei man zur Erzielung möglichst reicher Ernten sehr häufig von der künstlichen Befruchtung Gebrauch macht, ist die *Vanilla aromatica (Epidendron*

Vanilla L.) ein Schlingstrauch, der sich mit seinem rankenden, dünnen, knotigen und falsche Wurzeln treibenden Stengel um die höchsten Bäume windet und hoch an denselben emporklettert. Die, abwechselnd an den Knoten sitzenden Blätter, sind 5—7cm breit, 15—25cm lang, länglich oval, ganzrandig, hoch-grün gefärbt, glatt, glänzend und von starken, parallel laufenden Nerven durchzogen, übrigens lederartig, dick und fleischig. Die achselständigen Blüthen sitzen in 5 bis 6blüthigen Trauben am oberen Theile der Pflanze. Sie sind gross, in Gestalt den Blüthen des Fingerhuts ähnlich, aber kürzer. Die Blumenblätter aussen grün, innen weiss, schmal, die Lippe (Nectarium) weiss, rinnenförmig. Die Früchte sind dünne, 15—20cm lange, 6—8mm breite, fast cylindrische, meist jedoch etwas breitgedrückte Hülsen (Kapseln) von gelber, beim Trocknen in's Braune übergehender Farbe, die vom Strauche weg völlig geruchlos sind und als Inhalt eine scharfe, klebrige Milch und an drei, die Kapsel durchsetzenden Samenleisten sitzend, zahlreiche sandkorngrosse schwarze Samen enthalten. Die Kapsel selbst ist dreiklappig und spaltet sich bei der Reife von der Spitze her, in 3 Theile.

Die zweite, angeblich die beste Sorte der Vanille liefernde Pflanze, *Vanilla planifolia*, die nur in Mexiko einheimisch ist, wohl aber mehrfach cultivirt wird, ist der vorigen sehr ähnlich, unterscheidet sich von dieser jedoch durch die ganz flachen nervenlosen Blätter und grössere, den Lilien ähnliche Blüthen.

Die Früchte werden im unreifen Zustande in den Monaten April, Mai und Juni gesammelt. In Mexiko, woher die beste, von cultivirten Pflanzen stammende, Vanille in den Handel kommt, lässt man die gesammelten frischen Früchte zunächst längere Zeit der Sonnenhitze ausgesetzt und schlägt sie hierauf in wollene Tücher ein, worin man sie neuerlich an die Sonne bringt, um sie schwitzen zu lassen. Man belässt sie hier so lange, bis die gelbe Farbe der Schoten in eine braune oder braunschwarze übergegangen ist und hängt sie sodann an einem schattigen und luftigen Orte an Fäden auf oder breitet sie wohl auch auf Brettern aus, um sie nachtrocknen zu lassen. Bei Regenwetter nimmt man diese Trocknung mit Anwendung künstlicher Wärme vor, zu welchem Zwecke man die Früchte auf Hürden aus Rohrgeflechte, die mit Wolltüchern bedeckt sind, ausbreitet und die so beschickten Hürden an Schnüren hoch über einem Kohlenfeuer aufhängt, so dass die aufsteigende warme Luft dieselben bestreicht. Es erheischt diese Art der Trocknung jedoch grosse Vorsicht, wenn nicht durch zu rasche oder zu starke Erhitzung die Qualität der Waare leiden soll. In einzelnen Districten ist es auch Gepflogenheit, die zu trocknenden Früchte mit Nadeln mehrfach anzustechen, wodurch ein Theil des Milchsaftes zum Ausflusse kommt und die Trocknung an der Sonne dann rascher von Statten geht.

Die getrockneten Früchte (Vanilleschoten) werden sorgfältig nach ihrer Länge sortirt und zu je 50 Stück gebündelt und in Blechkisten gepackt zu Markte gebracht.

Gute Schoten müssen biegsam, nicht spröde und brüchig sein und keine Verletzungen zeigen. Namentlich pflegt man darauf zu sehen, dass sie ihre Spitze nicht verloren haben, was bei spröden Schoten sehr leicht geschieht. Ein weiteres Kriterium guter Vanille ist, dass die Schoten dünnschalig, reich an Fleisch, nur schwach gerunzelt und von starkem, reinem, nicht ranzigem Geruche sind. Letzterer kommt mancher Waare zu, welche zur Verbesserung des Aussehens oberflächlich eingeölt wurde. Die nach dem Trocknen dunkelbraunschwarz erscheinenden, oberflächlich schwach fettglänzenden Schoten guter Vanille scheiden meist bei längerer Aufbewahrung oberflächlich eine weisse, krystallinische Masse (Vanillecampher) aus, deren Vorhandensein gewöhnlich, wiewohl mit Unrecht, als ein Merkmal besonderer Güte angesehen zu werden pflegt (krystallisirte Vanille). Diese Ausscheidung hat indessen mit der Güte der Vanille nichts zu thun, denn sie findet sich ebenso häufig auf geringeren Sorten als sie auch thatsächlich guten Sorten fehlt, welche namentlich im frischen Zustande meist gar keine krystallinische Ausscheidung zeigen.

Im Allgemeinen sind die langen und dabei zugleich stärkeren, aber dünnschaligen, fleischigen Schoten am meisten geschätzt. Solche kommen namentlich von Mexiko, dann aber auch von der französischen Insel Bourbon (Bourbonvanille), wohin die Franzosen den mexikanischen Strauch verpflanzt haben und cultiviren, zu Markte. Die von den in den dichten Wäldern von Veracruz, Oaxaca und Tabasco in Massen wild wachsenden Sträuchern gesammelten Früchte sind

ebenso, wie die aus den Wäldern von Brasilien, Columbien, Guiana stammenden, dann die, von den auf den westindischen Inseln, namentlich Domingo cultivirten Pflanzen gewonnenen, wesentlich geringer werthig als die mexikanischen, meist kurz, bauchig, gewöhnlich auch von hellbrauner Farbe und dickschalig, daher auch stark gerunzelt. Dergleichen Vanillesorten kommen unter den Namen Pompona, Brasil, Laguayara u. s. w. theils von Südamerika, theils von Westindien in den Handel. Auch die von den holländischen Colonien auf Java stammende Sorte ist wenig geschätzt, meist hartschalig und von schwachem Aroma. Von diesen ist die brasilianische durch die dreikantige Gestalt der kurzen, meist nur 5—11^{cm} langen, bis 8^{mm} dicken Schoten, die Laguayara durch ihre 15—17^{cm} langen, 18 bis 30^{mm} breiten und 3—6^{mm} dicken stumpfen, schwarzbraunen, weichen und unregelmässig gerunzelten, an einzelnen Stellen mit hellen, scharfartigen Flecken besetzten Schoten kenntlich.

Bei dem verhältnissmässig hohen Preise, den die Vanille hat, ist es begreiflich, dass sie mannigfachen Verfälschungen ausgesetzt ist. Namentlich häufig kommen Schoten vor, welche in Folge eingetretener Reife geborsten und eines Theiles ihres Saftes beraubt sind und die sodann mit einer fremdartigen Masse gefüllt und verklebt und so in den Handel gebracht werden. Nicht selten ist es auch, dass alte, stark geschrumpfte oder sonst unansehnlich gewordene Schoten durch Bestreichen mit Perubalsam aufgefrischt und verkäuflich gemacht werden, sowie endlich solche, denen durch Bestäuben mit Benzoesäure das Ansehen von krystallisirter Waare gegeben wird.

Die Vanille findet, ihres feinen Aromas wegen, vornehmlich Anwendung für Zwecke der Parfumerie, sowie als feines Gewürz, namentlich für Zuckerwaaren, Chocoladen etc. und wird für diese Zwecke entweder zur Bereitung eines alkoholischen Auszuges (Vanilletinctur) verwendet oder meist mit Zucker zu feinem Pulver verrieben benützt.

Als wesentliche Bestandtheile enthält die Vanille 10·8 Proc. fettes Oel, 16·8 Proc. eines bitter schmeckenden Stoffes, etwa 9 Proc. eines eigenthümlichen Gerbstoffes, etwa 17·1 Proc. Gummi, 8·3 Proc. Zucker, 2·8 Proc. Stärkemehl, 2·3 Proc. Harz und 1—1·7 Proc. des specifischen aromatischen Bestandtheils, der als Vanillin, wohl auch Vanillecampher und Vanillasäure bezeichnet wurde.

Das Vanillin findet sich fast rein in den krystallinischen Ausscheidungen der Vanilleschoten und kann aus der Vanille durch Extraction mit Aether, Ueberführung in die Disulfitverbindung und Zersetzung der Lösung in Natriumdisulfit gewonnen und gereinigt werden (vgl. Tiemann und Haarmann, Ber. d. d. chem. Ges. 8 pag. 1118). Es findet sich ferner in dem Harze der Siam-Benzoë und in kleinen Mengen in manchen Rübenzuckersäften. Künstlich kann es leicht durch Oxydation von Coniferin oder Coniferylalkohol mit Chromsäure-Schwefelsäuregemisch erhalten werden (Tiemann und Haarmann, Ber. d. d. chem. Ges. 7 pag. 613). Es entsteht ferner bei der Oxydation von Eugenol mit alkalischer Chamoeleonlösung (Erlenmeyer, Ber. d. d. chem. Ges. 9 pag. 273), sowie bei der Behandlung des Guajakols mit Chloroform und Natronhydrat (Reimer, Ber. d. d. chem. Ges. 9 pag. 424).

Die synthetische Darstellung aus Coniferin (s. d. II pag. 409) gelingt leicht, wenn man dasselbe mit Emulsin und Wasser mehrere Tage lang digerirt, wobei es sich in Glukose und Coniferylalkohol $C_{10}H_{12}O_3$, d. i. den Methyläther des Phenolalkohols, $C_9H_{10}O_3$, spaltet und der durch Ausschütteln der wässrigen Lösung mit Aether gewonnen werden kann. Wird dieser mit Chromsäuremischung oxydirt, so liefert er Vanillin, neben Essigsäure und Acetaldehyd.

Das Vanillin stellt farblose nadelförmige Krystalle dar, die stark nach Vanille schmecken und riechen. Es schmilzt bei 80—81^0 C. und siedet im Kohlensäurestrome bei 285^0 C. Es ist in 90—100 Thl. kalten, in 20 Thl. heissen Wassers, leicht in Alkohol, Aether und Schwefelkohlenstoff löslich. Es sublimirt unzersetzt, verwandelt sich aber beim fortgesetzten Erhitzen unter Luftzutritt z. Thl. in Brenzcatechin. Es reagirt sauer und verhält sich wie eine

schwache Säure, indem es mit Basen Salze liefert, die z. Thl. gut krystallisiren (Vanillasäure). Beim Schmelzen mit Kali liefert es Protocatechusäure, die auch als Spaltungsproduct beim Erhitzen des Vanillins mit verd. Salzsäure auf 200° C. neben Methylchlorid entsteht. Salpetersäure oxydirt es zu Oxalsäure. Mit Eisenchlorid liefert es eine Blaufärbung. An feuchter Luft oxydirt es sich langsam zu Vanillinsäure ($C_8H_8O_4$), d. i. die Protocatechu-meta-Methyläthersäure mit der 1 : 3 : 4 Stellung der Caroboxyl-, Methoxyl- und *OH*-Gruppe, die sich auch beim Genusse von Vanillin im Harne findet. Behandlung mit Natriumamalgam verwandelt das Vanillin in alkoholischer Lösung in Vanillylalkohol, d. i. der Methyläther des Phenolalkohols $C_7H_8O_3$ mit der 1 : 3 : 4 Stellung der 3 Hydroxylgruppen, während zugleich Hydrovanilloin ($C_{16}H_{18}O_6$) entsteht.

Alle diese Reactionen lassen erkennen, dass das Vanillin als der Meta-Methyläther des Ortho-Dioxybenzaldehyds (Protocatechualdehyds) aufzufassen ist, dessen Zusammensetzung $C_8H_8O_3$ durch das Schema $C_6H_3\begin{matrix}OCH_3\\COH\\OH\end{matrix}$ auszudrücken ist, wobei die *COH*- zur OCH_3- und *OH*-Gruppe in der 1 : 3 : 4 Stellung stehen. Näheres über Vanillin s. in chem. Handbüchern.

Unter dem Namen Vanillon kommen die dicken, fleischigen Früchte einer auf den westindischen Inseln wachsenden Vanilleart in den Handel, die den Vanilleschoten im Ganzen ähnlich sehen, aber durch ihren mehr heliotropartigen Geruch von echter Vanille unterschieden sind. Sie kommen meist mit langen zähen Pflanzenfasern spiralförmig umwunden zu Markte und werden ausschliesslich für Zwecke der Parfumerie u. z. zur Herstellung von Heliotropessenz verwendet. *Gtl.*

Vanillecampher, s. b. Vanille.

Vanillesurrogate. Als solche wird die, durch länger fortgesetztes Kochen der Schalen von Krachmandeln aus Chios mit Wasser, erhaltene Abkochung verwendet, welche einen stark vanilleartigen Geruch hat. Sie dient namentlich im Orient als Gewürz für Zuckerbäckereien. Auch die Kerne der Hagebutten liefern mit sied. Wasser einen vanilleartig riechenden Aufguss. *Gtl.*

Vanillin, s. b. Vanille.

Vanillinsäure, s. b. Vanille.

Vanillon, s. b. Vanille.

Vanillylalkohol, s. b. Vanille.

Vapeur. Ein leinwandartiger, locker gewebter Stoff aus feinem Baumwollgarne.

Vaporimeter (*vaporimètre — vaporimeter*), Dampfweinmesser. Name eines von Geissler in Bonn unter Benützung einer von Plücker gegebenen Idee construirten Apparates, zur Bestimmung des Alkoholgehaltes in alkoholischen Flüssigkeiten, speciell in Wein. Die Einrichtung desselben beruht auf dem bereits im Artikel Alkohol I pag. 109 besprochenen Principe, dass bei derselben Temperatur die Spannung des Alkoholdampfes grösser ist als die des Wasserdampfes, und dass sohin aus der Grösse der Spannung, welche die von einer bestimmten Flüssigkeitsmenge bei einer bestimmten Temperatur, z. B. 100° C. in einem geschlossenen Raume entwickelten Dämpfe zeigen, ein Schluss auf die Menge des vorhandenen Alkohols gezogen werden kann. Das Mass der Spannung der Dämpfe wird an der Höhe einer Quecksilbersäule gemessen, welche der Spannung der Dämpfe das Gleichgewicht hält. Die Einrichtung des Apparates ist folgende: Ein kleines cylindrisches Glasgefäss mit engem Halse, in welches der kürzere Schenkel einer doppelt rechtwinklig gebogenen Messröhre mit engem Lumen dicht eingeschliffen ist, dient zur Aufnahme der zu untersuchenden Flüssigkeit und zugleich des für

die Messung der Spannung, sowie als Sperrflüssigkeit dienenden Quecksilbers. Dasselbe trägt an einer, nahe dem Halse gelegenen verengten Stelle eine Marke, bis zu welcher es mit Quecksilber gefüllt wird, worauf der restliche leere Raum bis an den Rand des Halses mit der zu prüfenden Flüssigkeit gefüllt wird. Nun setzt man die umgekehrt gehaltene Messröhre mit dem eingeschliffenen Ende des kurzen Schenkels in den Hals des Gefässes ein, so dass keine Luftblase zurückbleibt und kehrt nun das Gefäss um, so dass der Hals nach unten zu stehen kommt, während der längere Schenkel der Messröhre aufrecht steht. Das Quecksilber nimmt nun, seiner Schwere folgend, den unteren Theil des Gefässes ein und communicirt direct mit der Messröhre, während die zu prüfende Flüssigkeit den oberen Theil des Gefässes erfüllt und durch das Quecksilber von der Communication mit der Messröhre abgesperrt ist.

Man bringt nun das so beschickte Gefäss sammt der Messröhre in ein über einem kleinen Kochgefässe angebrachtes Gestelle, welches das Ganze so zu fixiren gestattet, dass das Glasgefäss unmittelbar über der Mündung eines in dem Deckel des Kochgefässes vorfindlichen Dampfrohres zu stehen kommt, während der aufsteigende längere Schenkel der Messröhre vor eine Scala zu stehen kommt, auf welcher eine Theilung sich findet, welche die den gemessenen Quecksilberhöhen entsprechenden Alkoholgehalte angibt. Man füllt nun das Kochgefäss mit Wasser, stülpt eine weitere doppelwandige Metallröhre, welche in ihrem Obertheile eine Oeffnung zur Aufnahme eines Thermometers trägt, über das Glasgefäss, so dass dasselbe von den aus dem Kochgefässe ausströmenden Wasserdämpfen umspült werden muss und bringt das Wasser im Kochgefässe zum Sieden. Indem das die Probe enthaltende Glasgefäss von den Dämpfen des siedenden Wassers umspült wird, verwandelt sich die über dem Quecksilber abgeschlossene Probe in Dampf und dieser drückt in dem Masse, als seine Spannung wächst, das Quecksilber in die Messröhre und treibt es in dem aufrecht stehenden Schenkel desselben um so höher hinauf je grösser der Alkoholgehalt der Flüssigkeit und demgemäss die Spannung der entwickelten Dämpfe ist. An der empirisch hergestellten Scala kann man, sobald ein weiteres Ansteigen der Quecksilbersäule nicht mehr erfolgt, directe den Procentgehalt der untersuchten Flüssigkeit ablesen. Der 0-Punkt der Scala entspricht jener Höhe, bis zu welcher die Quecksilbersäule sich bei Füllung des Apparates mit reinem Wasser erhebt, während der Theilstrich 100 jener Höhe der Quecksilbersäule entspricht, welche unter gleichen Versuchsbedingungen bei Füllung des Apparates mit absolutem Alkohol erreicht wird. Bei richtiger Ausführung des Versuches liefert das Vaporimeter ziemlich verlässliche Resultate, wenn die zu untersuchende Flüssigkeit neben Wasser und Alkohol keine anderen leichtflüchtigen Bestandtheile enthält und frei von Gasen ist und wenn die Bestimmung unter Berücksichtigung des herrschenden Atmosphärendruckes, der natürlich sowohl auf die Temperatur des zur Erwärmung des Probegefässes bez. der Probe verwendeten Wasserdampfes als auch auf die Höhe der getragenen Quecksilbersäule einen Einfluss übt, vorgenommen wird. Flüssigkeiten, welche, wie Bier oder Wein, einen merklichen Gehalt an Kohlensäure haben, müssen entweder von diesem Gase vorher befreit werden oder es muss eine Correctur für den hiedurch bedingten Bestimmungsfehler, der bei Weinen circa 0·4 Proc. beträgt, angebracht werden. *Gtl.*

Vaporine nannte L. d'Heury in Lille ein Präparat, welches zur Verhinderung des Steigens kochender, bez. schäumender Flüssigkeiten bestimmt sein sollte und durch Behandlung von Fetten, namentlich von fetten Oelen, wie Rapsöl oder Olivenöl, mit einer geringen Menge von conc. Schwefelsäure (66° B.) in der Kälte und Waschen des erhaltenen Productes mit Wasser dargestellt wurde, wobei die Menge der anzuwendenden Schwefelsäure $^1/_4$—$^1/_8$ des Oelquantums betrug. Von diesem Präparate, das offenbar seinem Wesen nach in einer gewissen Beziehung zum Türkischrothöl (s. d.) steht, soll ein Esslöffel voll für mehrere Hectoliter Flüssigkeit genügen, um das Schäumen zu verhüten. Ohne

Zweifel dürfte die Anwendung von einem neutralen Fett allein denselben Effect erreichen lassen. *Gtl.*

Varec, Varech (*vraic*), s. b. Kelp IV pag. 712.

Variationsbarometer, vgl. Barometer, s. Kohlrausch Pogg. Ann. 150 pag. 423.

Variolit, s. m. Diabasmandelstein, s. Diabas II pag. 615.

Variscit, s. m. Peganit, s. d. VI pag. 582.

Varrentraps Bleichsalz, d. i. ein durch Wechselwirkung von Chlorkalk mit Zinkvitriol dargestelltes unterchlorigsaures Zink. *Gtl.*

Varvicit Min. Eine dem Pyrolusit nahe kommende, zersetzte Varietät des Manganits. Hauptsächlich in Pseudomorphosen nach Kalkspath, auch in Krystallen, dann derb in stengligen und faserigen Aggregaten vorkommend. Eisenschwarz bis stahlgrau, halbmetallischer Glanz, Härte 2·5—3, spec. Gew. = 4·5—4·6. Ist ein wasserhaltiges Gemenge von Manganoxyd und Mangansuperoxyd, also gewissermassen ein Manganit, welcher Wasser verloren und dafür Sauerstoff aufgenommen hat. Vork. Ilefeld am Harz, Warwickshire in England. *Gtl.*

Vaseline (*vaseline* — *vaselina*), Petroline, Petroleumgallerte, Weichparaffin, Colloidparaffin (*Petroleum jelly*), z. Thl. Cosmoline. Unter diesem für ein bezügliches Product auf der Ausstellung in Philadelphia 1876 willkührlich gewählten Namen, kommt ein zuerst von Mr. R. A. Cheesebrough von der Cheesebrough Manufacturing Company in New-York-Brooklyn 1875 in den Handel gebrachtes Product zu Markte, das als Nebenproduct der Petroleumdestillation resultirt. Es bildet, halb gereinigt, eine gelbliche, vollkommen gereinigt, eine völlig weisse, in dünnen Schichten durchscheinende, geruch- und geschmacklose Masse von der Consistenz eines weichen Fettes, die, je nach der Consistenz, zwischen 30—45° C. schmilzt und das spec. Gew. 0·850—0·895 und darüber zeigt, wobei die dichteren und schwerer schmelzbaren Producte in Amerika als Cosmoline bezeichnet zu werden pflegen. Reine Vaseline ist in Wasser und Glycerin unlöslich, löst sich fast nicht in Alkohol von 90 Proc., schwer in absol. Alkohol (in 150 Thl.), leichter ist sie in Aether und Chloroform, sehr leicht in Benzol und in Schwefelkohlenstoff, dann in ätherischen und fetten Oelen löslich. Vaseline löst ferner Brom und Jod schon bei gewöhnlicher Temperatur, bei höherer Temperatur (120—130° C.) auch Schwefel, endlich auch spurenweise Phosphor bei gelindem Erwärmen. Sie ist sehr widerstandsfähig gegen die Einwirkung von Luft, wird selbst nach jahrelanger Einwirkung derselben nicht ranzig, und nimmt nur nach länger fortgesetztem Erhitzen auf 110° C. bei Luftzutritt, unter Aufnahme von Sauerstoff, eine schwach saure Reaction an. Als echtes Mineralfett ist sie unverseifbar und zeigt die Fähigkeit, durch Einwirkung von Alkalien theilweise verseift werden zu können, nur dann, wenn sie, was mitunter zur Erhöhung der Consistenz geschieht, mit Wallrath, Stearin oder Wachs versetzt ist, während die mit Ceresin oder Paraffin verschnittenen Sorten auch von Alkalien nicht angegriffen werden.

Ihrer chem. Natur nach ist die Vaseline ein Gemenge von Kohlenwasserstoffen des Petroleums von höherem Siede- nnd Schmelzpunkte.

Als Rohmaterialien für die Darstellung der Vaseline dient entweder der rohe Bergtheer aus Galizien und dem Elsass oder der Rückstand von der Raffination des amerikanischen Petroleums, welche durch Behandlung mit Schwefelsäure und chromsaurem Kalium und Entfärbung mittelst Knochenkohle oder Entfärbungspulver, unter Umständen auch mit anderen Entfärbungsmitteln gereinigt werden.

Nach einer von Herrn L. Meyer in Sct. Johann gemachten Mittheilung (vgl. Pharm. Centralhalle 22 pag. 467—469) wird bei der Darstellung wie folgt verfahren: Die Petroleumrückstände, bez. der natürliche Bergtheer werden flüssig

gemacht und durch eine Reihe von Spodiumfiltern heiss filtrirt, wobei nach Passirung von 12—15 Filtercylindern eine weingelbe Flüssigkeit erhalten wird, die durch weiter fortgesetzte Filtration über Knochenkohle völlig wasserhell erhalten werden kann. Die so gewonnenen Filtrate werden nunmehr in einem doppelwandigem Kessel mit überhitztem Wasserdampf auf 250° C. erhitzt und bei dieser Temperatur mehrere Stunden erhalten, wobei ein Antheil leichter flüchtiger Bestandtheile sich verflüchtigt, während die rückständige Masse nunmehr nur noch durch Papier filtrirt werden muss, um verwendbar zu sein. Man erhält so angeblich 25—30 Proc. vom Gewichte des Rohmateriales an Vaseline. Das Verfahren leidet an dem Gebrechen, dass es einen sehr grossen Verbrauch an Knochenkohle bedingt, da diese nur eine geringe Menge vom Rohmateriale zu entfärben vermag und in der kürzesten Zeit erschöpft ist, was nicht nur eine häufige Extraction der Knochenkohle, sondern auch eine oft wiederholte Regeneration durch Behandlung mit auf 400—500° C. überhitztem Wasserdampfe nothwendig macht.

Man zieht es daher gegenwärtig vor, der Anwendung von Entfärbungsmitteln eine Behandlung mit Schwefelsäure und chromsaurem Kali oder Schwefelsäure allein, bez. mit Chlorkalk und dergleichen vorhergehen zu lassen, eventuell sog. Entfärbungspulver (Blutlaugensalzrückstand) zur Entfärbung zu verwenden. Nach Herzog (s. Ph. Rundschau 11 pag. 831) verfährt man so, dass man den zu verarbeitenden Bergtheer, bez. die halbflüssigen Rückstände von der Destillation des Erdöles mittelst Dampf auf etwa 30° C. erwärmt, dann mit 10 Proc. Schwefelsäure von 60° B. versetzt, durch eine halbe Stunde kräftig durchrührt und sodann das Gemenge der Ruhe überlässt. Hiebei scheidet sich die Schwefelsäure, gemengt mit kohligen Producten, als specifisch schwerere Schichte am Boden ab, während das überstehende Oel abgehoben, mittelst Dampf auf etwa 80° C. erhitzt und hierauf mit 10 Proc. des Oelgewichtes an trockenem Entfärbungspulver gemengt und absetzen gelassen wird, worauf man es durch mit Dampf vorgewärmte Knochenkohlenfilter filtrirt, um es endlich in einem Duplicator mit überhitztem Wasserdampf auf 250° C. zu erhitzen.

Ein anderes Verfahren geht dahin, dass man den Theer mit 10 Thl. Blutlaugensalzrückstand in Pulverform anrührt und damit durch 24 Stunden bei 50° C. digerirt, worauf man die Masse in einem Extractionsapparate mit Aether oder Benzin bei Siedhitze extrahirt und die erhaltene Lösung durch Destillation vom Aether oder Benzin befreit. Die Entfärbung mit Chlorkalk oder Chlorgas erfordert eine nachträgliche Behandlung mit Wasserdampf zur Vertreibung der letzten Reste des Chlors.

Nach Untersuchungen, welche C. Engler und Böhm (s. Dingl. pol. Journ. 262 pag. 468) ausgeführt haben, wobei sie das untersuchte Materiale aus rohen Erdölen von Ropa in Galizien und zwar aus dem bei dem Abdestilliren dieser Oele bis zum Siedepunkte 340° C. und endlich nach weiterem Abtreiben von etwa $^1/_3$ des Rückstandes erhaltenen Destillationsrückstande von butterartiger Consistenz durch Auflösen desselben in 7 Thl. Petroleumäther von 0·66 spec. Gew. und etwa 2 Stunden langes Behandeln der Lösung mit dem $1^1/_2$fachen Gewichte an gepulverter Knochenkohle, welche Behandlung 10mal wiederholt wurde, dargestellt hatten, ergab sich, dass das so erhaltene Product ein völlig geruchloses, geschmackloses und farbloses Oel von deutlich blauer Fluorescenz darstellte, welches allmälig zu einer weissen, stark durchscheinenden Masse von salbenartiger Consistenz erstarrte. Der Schmelzpunkt lag bei 32° C. Ein solches Product zeigt auch bei starker Abkühlung keine krystallinische Structur und liefert selbst beim Auflösen in Aether und Fällen der Lösung mit Alkohol nur völlig amorphe, keinerlei Tendenz zur Krystallisation zeigende Niederschläge. Dagegen liefert dasselbe bei der Destillation ein Destillat, welches reichliche Krystallschuppen von Paraffin ausscheidet, während der Destillationsrückstand nach wie vor sein fettartiges, amorphes Wesen behält.

Engler und Böhm stellten auch Vaseline dadurch her, dass sie rohes Erdöl durch fortgesetztes Filtriren über Knochenkohle entfärbten und das er-

haltene farblose, stark blau fluorescirende Oel einer Destillation im Vacuum bei 250° C. unterwarfen, wobei 13·2—13·8 Proc. Vaseline vom Schmelzpunkte 30 bis 31° C. und dem spec. Gew. 0·8809—0·8785 (bei 20° C.) erhalten wurden. Die Zusammensetzung der so erhaltenen Vaseline fanden sie zwischen 86·14 und 86·99 Proc. Kohlenstoff und 13·14—13·99 Proc. Wasserstoff, somit einem Atomgewichtsverhältniss von 7·18—7·23 Atomen Kohlenstoff zu 13·14—13·82 Atomen Wasserstoff entsprechend.

Bemerkenswerth ist, dass nach den Untersuchungen der genannten Forscher sich Vaseline aus galizischem Erdöle durch fractionirte Fällung der ätherischen Lösung mit Alkohol und starke Abkühlung der Lösungen mit Kältemischungen in einen festen und einen flüssigen Theil scheiden lässt, wobei das erhaltene feste Vaselin ein spec. Gew. 0·8836 und der Schmelzpunkt 40° C. zeigte, während der nicht erstarrende flüssige Antheil — flüssiges Vaselin — das spec. Gew. 0·8809 zeigte und bei —10° C. fest zu werden begann. Beide Antheile haben eine sehr ähnliche chemische Zusammensetzung, das feste Vaselin 86·17 bis 86·34 Proc. Kohlenstoff und 13·85—13·73 Proc. Wasserstoff, das flüssige 86·47 Proc. Kohlenstoff und 13·60 Proc. Wasserstoff, beide beginnen bei 240—245° C. zu sieden und liefern bei 340° C. ein Destillat, dessen Menge bei festem Vaselin etwa $^2/_3$, bei flüssigem etwa $^3/_4$ der Gesammtmenge beträgt. Das Destillat des festen Vaselins ist selbst fest und schmilzt bei 36—37° C. Der Destillationsrückstand schmilzt bei 40—41° C. Bei flüssigem Vaselin ist sowohl Destillat wie Rückstand flüssig. Besonders bemerkenswerth ist, dass die festen Kohlenwasserstoffe des Vaselins an sich nicht krystallisirbar sind, sondern selbst bei öfterem Umschmelzen und Wiedererstarren stets amorph bleiben, dagegen aber bei der Destillation krystallisirbares Paraffin liefern. Durch dieses Verhalten unterscheidet sich das echte (amerikanische, virginische) Vaselin von dem sogen. künstlichen Vaselin (durch Verschmelzen von 1 Thl. Ceresin mit 3 Thl. flüssigem Vaselin [Vaselinöl] bereitet), da letzteres schon beim wiederholten Schmelzen und Wiedererstarren deutlich krystallinische Abscheidungen gibt.

Die Vaseline findet gegenwärtig vielfach praktische Anwendung, zumal als Ersatz für Fette namentlich zu Zwecken der Parfumerie und der Arzneikunst, doch ist es hiefür nur da zu empfehlen, wo es sich nicht um eine Einwirkung auf die Haut handelt, da die Vaseline von der Haut nicht so wie ein pflanzliches oder thierisches Fett aufgenommen wird. Eine besonders empfehlenswerthe Verwendung findet die Vaseline als Schmiermittel mit und ohne Zusatz von Fetten und wird sie für diesen Zweck namentlich mit Aluminiumpalmitat oder mit Harzölkalkseifen vermengt. Sie dient ferner zum Schmieren von Leder und hat für diese Verwendungsart vor Fetten und Oelen namentlich den Vorzug, dass sie weder verharzt noch sauer oder ranzig wird, welch' letztere Eigenschaft dieselbe namentlich zur Aufnahme von Pflanzengerüchen behufs Herstellung von Extraits und Essenzen als geeignet erscheinen lässt. Wichtig ist es jedoch, dass die Vaseline für solche Zwecke frei von Sulfosäuren ist, die sich namentlich leicht bei der Behandlung des Rohmateriales mit Schwefelsäure bilden. Ueber russische Vaseline vgl. Pharm. Zeitschft. für Russland 21 pag. 41. *Gtl.*

Vasenhorn. Ein hoher und schmaler, rund zugespitzter und etwas gebogener Ambos.

Vateriatalg, Vaterintalg, Vateriafett, Malabartalg, s. m. Piney-Talg VI pag. 730, vgl. a. F. v. Höhnel u. J. F. Wolfbauer, Dingl. pol. Journ. 252 pag. 333.

Vauquelinit, Min. Tafelförmige, meist zwillingsartig verwachsene, sehr kleine Krystalle des monoklinen Systems, meist zu traubigen oder nierförmigen Aggregaten verbunden, auch derb, schwärzlich-grün bis dunkelolivgrün, in geringem Grade durchscheinend, fettglänzend. Härte 2·5—3, spec. Gew. = 5·5—5·8. Ist chromsaures Blei-Kupfer mit 28·3 Proc. Chromsäure, 60·9 Proc. Bleioxyd, 10·8 Proc. Kupferoxyd. Vorkommen Brasilien und Beresowsk in Sibirien. *Gtl.*

Vegetalin nannte Streubel in Paris eine zur Imitation von Elfenbein, Kautschuk, Leder u. dgl. empfohlene Masse, welche durch Behandeln von Cellulose mit Schwefelsäure von 58° B., die hiedurch pergamentisirt, sodann mit Wasser gewaschen, getrocknet und endlich fein gemahlen wird, in der Art hergestellt wird, dass das erhaltene Pulver mit einer Natronharzseife innig gemengt und mit Thonerdesulfatlösung angerührt, sodann abermals getrocknet und mittels kräftiger hydraulischer Pressen in Kuchenform gepresst wird. Von diesen Kuchen werden dünne Blätter geschnitten, die sodann in beliebige Formen gepresst werden. Durch Zusatz von Glycerin oder Ricinusöl zur Masse erhält man dieselbe durchscheinend. Vergl. Oesterr.-ungar. Papierzeitung 1881. *Gtl.*

Vegeto-Correctiv. Ein von Pélérin Kessler & Co. in Brüssel empfohlenes, nach Nitrobenzol riechendes, Antikesselsteinmittel, welches wesentlich aus circa 50 Proc. Torfmehl und 50 Proc. Wasser besteht und einen höchst problematischen Werth hat. *Gtl.*

Veilchenblüthen (*fleurs de violette odorante — violet flowers*), d. s. die Blüthen des wohlriechenden Veilchens (*Viola odorata L.*), eines in ganz Europa und einem Theil von Asien einheimischen, unter Hecken, Sträuchern und an Waldrändern wild wachsenden Pflänzchens aus der Familie der Violaceen. Die perennirende Pflanze hat einen kräftigen Wurzelhals, der fadenförmige, weitkriechende Ausläufer treibt, die Blätter kommen unmittelbar aus der Wurzel, sind nier- oder mehr herzförmig, gekerbt, in der Jugend fein behaart, später fast glatt. Die Blüthenstengel treiben ebenfalls directe aus der Wurzel und jeder trägt nur eine, gewöhnlich satt violettblau, seltener blassröthlich oder weiss gefärbte Blüthe, die sich durch den bekannten angenehmen Geruch auszeichnet. Diese werden gesammelt und, von den Kelchen befreit, verwendet. Man stellt aus denselben durch Maceration eine Veilchenpomade und aus dieser das echte Veilchenextrait her, eine Industrie, die namentlich in der Umgebung von Nizza, wo bedeutende Veilchenculturen sich finden, betrieben wird. Ausserdem dienen sie als Arzeneimittel, zur Bereitung eines Syrups (Veilchensyrup), der als schwaches Brechmittel verwendet wird, sowie endlich, ihres Farbstoffs wegen, zur Bereitung einer Farbtinctur, deren man sich als Indicator für Säuren und Basen bedienen kann, da sie durch Säuren geröthet, durch Alkalien aber grün gefärbt wird.

Als wirksamen Bestandtheil enthalten die Veilchenblüthen einen von Boullay als Violin bezeichneten, auch Veilchenemetin genannten, alkaloidähnlichen Körper, welcher der Träger der brechenerregenden Wirkung ist, die sowohl den Blüthen, wie auch der Wurzel des wohlriechenden Veilchens zukommt und der vielleicht mit Emetin identisch ist. Eine nähere Untersuchung dieses Körpers fehlt, ebenso wie eine solche des Farbstoffs der Blüthen, in denen Peretti zwei gleichfalls nicht näher bekannte Säuren, Veilchensäuren, gefunden haben will. *Gtl.*

Veilchenemetin, Violin, s. b. Veilchenblüthen.

Veilchenessenz, s. b. Parfumerie VI pag. 565.

Veilchenholz (*bois de violette — violet-wood*) ist das schön braune Holz der Wurzel und unteren Stammtheile des in Ostindien wachsenden Strauches *Iris padilla*, welches, besonders beim Reiben, einen angenehmen Veilchengeruch entwickelt. Es wird zu feinen Tischler- und Drechslerarbeiten verwendet. *Kk.*

Veilchenwurzel, s. Iriswurzel IV pag. 530.

Velellafarbstoff, d. i. der Farbstoff von *Velella limbosa*, jenem der Purpurschnecke ähnlich, aber nach A. u. G. de Negri (Ber. d. d. chem. Ges. 10 pag. 1099) von diesem chemisch verschieden. Löst sich in Wasser zu einer beim Erhitzen gelb werdenden Flüssigkeit, die durch Säuren geröthet, durch Alkalien amethystroth gefärbt wird. Neutralisiren mit Säure stellt die blau-rothe Farbe wieder her. *Gtl.*

Velinform *(formes à vélin — wove moulds)*, s. Papierfabrication VI pag. 508.

Velinpapier *(vélin, papier vélin — vellum paper, wove paper)*, s. Papierfabrication VI pag. 508.

Velociped *(vélocipède — velocipede)*, Reitrad, Fahrrad. Das Wort Velociped ist von *velox*, flüchtig und *pes*, Fuss, gebildet und bezeichnet das allbekannte, meist zweirädrige *(bycicles)*, durch Treten mittelst der Füsse des auf ihm Sitzenden bewegte, leichte Fuhrwerk. Durch das Reitrad ist es möglich auf ebener Strasse stündlich 20 Kilometer und selbst mehr zurückzulegen. S. Steinmann, das Velociped, Leipzig 1870; Velocipedist, Zeitschrift für Radfahrer, München. *E.*

Velours (*velours — velvet*). Ein dicht gewebter, stark gerauhter und mässig kurz geschorener Wollstoff, dessen vorzügliche Eigenthümlichkeit darin besteht, dass das Haar nicht nach dem Striche niedergelegt, sondern möglichst aufrecht stehend erhalten wird, wodurch eine entfernte Aehnlichkeit mit Sammt erzielt wird. *E.*

Velpel *(panne, peluche — long poil)*, Felpel, Pelzsammt, gehört zu den sammtartigen Geweben, s. Weberei.

Velutirtes Papier, s. Buntpapierfabrication II pag. 172.

Velutirwolle *(laine à velouter)*. Kurze Wollhärchen, welche beim Scheren des Tuches als Abfall erhalten und zu velutirten Papieren und Tapeten verwendet werden. *E.*

Venetianer Lack, s. Kugellack V pag. 147.

Venetianer Weiss, s. m. Bleiweiss, s. Blei I pag. 604.

Venetianische Kreide, s. m. Talk VIII pag. 752.

Ventil (*soupape — valve*), s. Ventile.

Ventilation (*ventilation — ventilation*), Lüftung, Lufterneuerung. Die ersten Ventilationsversuche nach rationellen Grundsätzen reichen nicht über das Jahr 1700 zurück. In Deutschland und Oestereich sind erst im Jahre 1823 durch Professor Meissner's Luftheizungen in Wien die Principien der Lufterneuerung bekannter und später durch v. Pettenkofer's Werk über Luftwechsel in Wohngebäuden 1858 wissenschaftlich begründet worden. In Frankreich waren die Untersuchungen und Angaben des Artillerie-Generals Arthur Morin seit 1854 bahnbrechend.

Die Ventilation bezweckt eine Erneuerung der Luft in geschlossenen Räumen durch Abführung der schlechten, verdorbenen und durch Zuführung frischer Luft. Diese Lufterneuerung darf die Bewohner nicht belästigen und darf nicht mit zu kalter oder zu heisser, nicht mit zu trockener oder zu feuchter, oder gar mit verunreinigter Luft erfolgen. Ein vollständiger Ersatz der verdorbenen Luft durch frische, so dass die Zusammensetzung der in dem zu ventilirenden Raume vorhandenen Luft immer die der Atmosphäre bleibt, ist ohne Belästigung der Bewohner nicht ausführbar, es kann daher nur Ziel der Ventilation sein, die Luftverschlechterung so weit zurück zu halten, dass dieselbe in gewissen Grenzen bleibt.

Die Luftverschlechterung in Räumen geschieht auf mannigfache Weise. In Fabriken und Werkstätten durch Gase und durch den Staub der verarbeiteten Stoffe, in Ställen durch Gase aus den Excrementen, in Schulen, Theatern, Krankenhäusern, Wohn- und Schlafräumen durch die Ausathmungen und Ausdünstungen der Menschen. Für die Ventilation von Wohnungen sind die letzteren Verschlechterungen die wichtigsten. Die animalische Lunge athmet die atmosphärische Luft ein, verbraucht den Sauerstoff derselben und athmet Kohlensäure, Stickstoff, Wasserdampf und viele organische Stoffe wieder aus. Ganz ähnlich verunreinigt

auch die Hauttranspiration die Luft mit organischen Stoffen, welche sich meistens näheren Ermittelungen und Messungen vollständig entziehen. Es wird daher angenommen, dass die Ausscheidungen der menschlichen Lunge und der Haut in geradem Verhältnisse mit der Ausscheidung von Kohlensäure durch diese Organe stehen. Der Kohlensäuregehalt der Luft des zu ventilirenden Raumes wird daher als Masstab für die Luftbeschaffenheit angenommen, weil derselbe leicht zu ermitteln ist, aber er ist es nicht allein, der die Luft verdirbt.

Die Kohlensäure ist ein giftiges Gas, welches zu 0·3 bis 0·5 pro Mille in der atmosphärischen Luft enthalten ist. Man kann mit v. Pettenkofer annehmen, dass die Zimmerluft noch gut ist, wenn sie 1 bis 1·5 pro Mille Kohlensäure enthält, man gestattet indess für gut zu ventilirende Räume nur 0·7 pro Mille, weil die übrigen Luftverunreinigungen auch noch ins Gewicht fallen.

Ausser dem menschlichen Körper, dessen Kohlensäureproduction durch die Athmung als Mittelwerth für Erwachsene sich auf 30 Liter, für Kinder auf 20 Liter pro Stunde beziffert, sind die Beleuchtungskörper luftverunreinigend, denn sie erzeugen ausser Kohlensäure noch eine Menge anderer Verbrennungsproducte. Nach Versuchen von Erisman erzeugt eine Gasflamme von 7·8 Normalkerzen-Stärke rund 93 Liter, ein Petroleumrundbrenner von 7·6 Normalkerzen-Lichtstärke 61·6 Liter Kohlensäure, also 3-, resp. 2mal so viel als ein Mensch.

Von Wichtigkeit für die Beschaffenheit der Ventilationsluft ist ihr Feuchtigkeitsgehalt, denn auch die Atmosphäre ist stets mit Wasserdämpfen gemischt. Die Fähigkeit der Luft, Wasser aufzunehmen, wächst mit ihrer Temperatur und erreicht für jeden Temperatur-Grad ein gewisses Maximum. Ein Mehr wird von der Luft in Gestalt von Nebeln oder Niederschlägen ausgeschieden. Tabellen über diese Feuchtigkeitscapacitäten findet man in jedem physikalischen Lehrbuche. Absolute Feuchtigkeit bezeichnet die Gewichtsmenge Wasser, welche in einem Cubikmeter Luft zufällig enthalten ist, also z. B. 8·62 Gramm in einem Cubikmeter von $+20^0$ C. Relative Feuchtigkeit bezeichnet das Verhältniss der in 1^{cbm} Luft vorhandenen Wasserdampfmenge zu der, welche 1^{cbm} bei gleicher Temperatur überhaupt aufzunehmen vermag. Enthält also 1^{cbm} Luft von -20^0 C. 8·62 Gramm Wasserdampf, so beträgt die relative Feuchtigkeit desselben, da feststeht, dass 1^{cbm} Luft von $+20^0$ C. in maximo 17·23 Gr. Wasserdampf aufnehmen kann $\frac{8\cdot62}{17\cdot23} = {}^1/_2 = 50$ Proc.

Am wohlsten fühlt sich der Mensch in einer Athmungsluft, welche 40 bis 60 Proc. relative Feuchtigkeit besitzt.

Im Winter hat die Atmosphäre den geringsten absoluten Feuchtigkeitsgehalt, z. B. bei -20^0 C. nur 1·06 Gramm pro 1^{cbm} im Zustande der Sättigung oder bei 100 Proc. relativer Feuchtigkeit. Wird mit einer solchen Luft ventilirt und wird dieselbe zu dem Zwecke auf $+20^0$ C. erwärmt, so besitzt sie an absoluter Feuchtigkeit immer noch 1·06 Gramm, aber ihre relative Feuchtigkeit wird geändert. 1^{cbm} Luft von $+20^0$ C. kann nur 17·23 Gramm Wasserdampf aufnehmen; da in dem cbm. aber nur 1·06 Gramm vorhanden sind, so beträgt der relative Feuchtigkeitsgehalt nunmehr $\frac{1\cdot06}{17\cdot23} \doteq 6$ Proc., wenn man davon absieht, dass die Luft durch die Erwärmung noch eine Volumenvergrösserung erfährt, die das Resultat noch etwas modificirt. Oben war angegeben, dass die Ventilationsluft 40—60 Proc. relative Feuchtigkeit besitzen soll.

Hieraus folgt ohne Weiteres die Nothwendigkeit einer künstlichen Luftbefeuchtung für die Winterventilation, zumal da vorausgesetzt werden muss, dass die frische Luft sich nicht immer im Stadium der vollsten Sättigung mit Dämpfen, wie oben angenommen, befindet.

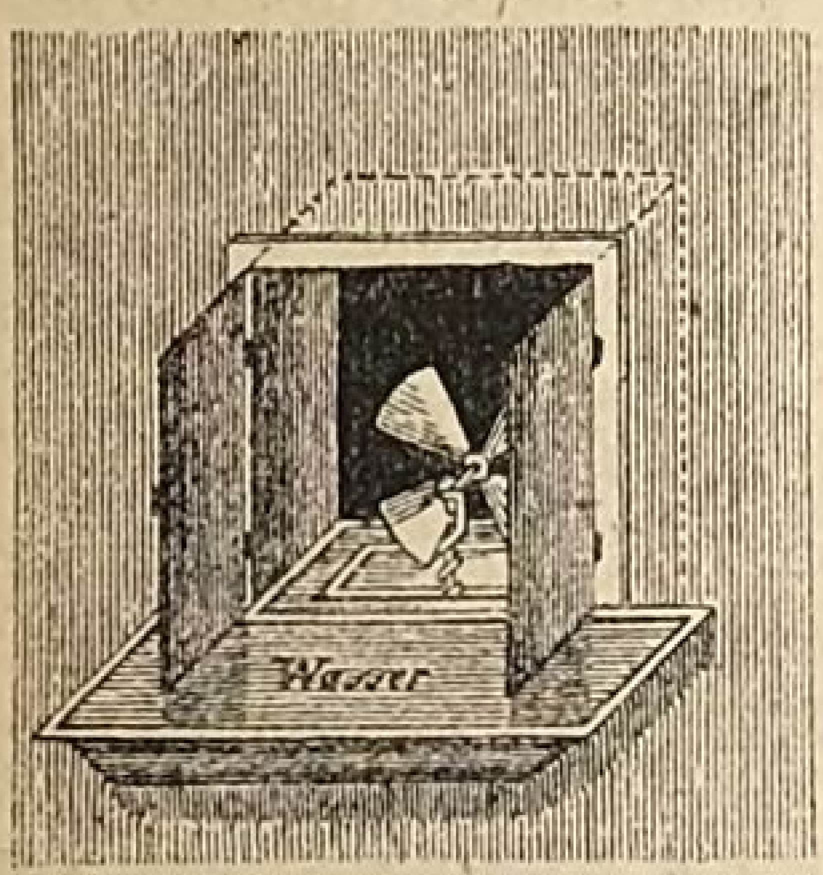
Die Menschen führen der Luft auch Wasserdämpfe zu, und zwar nach Wolpert durch die Haut durchschnittlich stündlich ca. 30 Gramm, durch die

Lungen desgl. ca. 20 Gramm, zusammen also 50 Gramm stündlich; wird aber beständig sehr trockene Luft von geringer relativer Feuchtigkeit zugeführt, so werden den Organen noch grössere Wasserquanten entzogen, und dadurch entsteht ein Gefühl des Unbehagens, das durch Wasserdampfzuführung vermieden werden kann. Es sei hierbei erläuternd eingeschaltet, dass die den eisernen Oefen zugeschriebene Austrocknung der Zimmerluft auf keinem anderen Umstande basirt, als dass durch schnelle Erhitzung ein sehr schneller Wechsel der relativen Feuchtigkeit der Luft eintritt, der sofort unangenehm empfunden wird. Bei Kachelöfen fällt dies wegen der langsameren Erwärmung weniger auf.

Wasserverdunstungsapparate werden bei Ventilations-Anlagen in doppelter Weise angewendet. Entweder man befeuchtet die Luft unmittelbar vor ihrem Eintritt in den zu ventilirenden Raum, oder (wie z. B. bei Anlage der Luftheizungen in der Heizkammer) so, dass gleichzeitig die gesammte Ventilationsluft befeuchtet wird. Erstere Art ist vorzuziehen, weil nur sie gestattet, die Befeuchtung dem Bedürfniss der einzelnen Räume anzupassen.

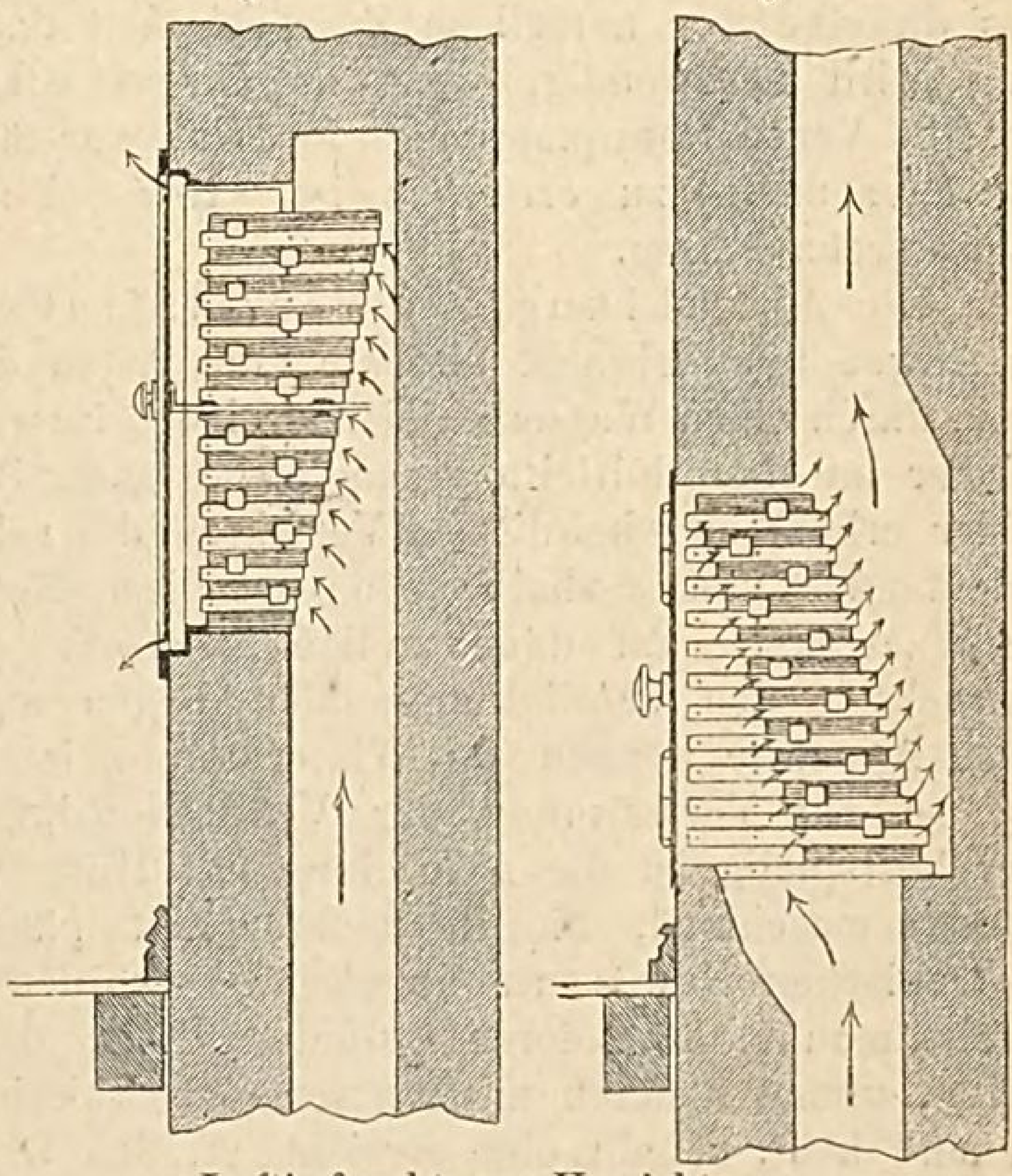
Bei Oefen, namentlich bei eisernen, wird zur Wasserverdunstung ein Wassergefäss (entweder in Schalenform oder ringförmig mit dem Heizkörper verbunden) da angeordnet, wo der zugeführte Luftstrom aus dem Ofen heraustritt. Bei Luftheizungen werden ähnlich construirte Wassergefässe auf die Calorifere in der Heizkammer gestellt und stets von aussen her mit Wasser gefüllt erhalten. Prof. Wolpert hat für Luftheizungen sein Luftbefeuchtungsrädchen construirt, Fig. 5149 das wie die Flügel einer Windmühle hergestellt ist und durch Eintauchen der Flügelspitzen das Wasser aus dem unteren Gefässe zerstäubt.

Fig. 5149.



Wolpert's Luftbefeuchtungsrad.

Fig. 5150. *Fig. 5151.*



Luftbefeuchtungs-Vorrichtung.

Fig. 5150 und 5151 stellt einen Apparat von Fischer und Stiehl in Essen dar, der in den Luftzuführungs-Canälen aufgestellt wird. Ist die Höhenlage der Ausmündungsstelle des Ventilations-Canales so, dass man die Füllung der einzelnen Wassergefässe leicht controliren kann, so wird Fig. 5150 angewendet, soll dagegen die Ausmündungsöffnung an der Decke zu liegen kommen, so wählt man die Fig. 5151. Es besteht der Apparat aus flachen Schalen übereinander, welche bei 1^{qm} Luftausströmungs-Oeffnungsquerschnitt ca. 15^{qm} Wasserverdampfungsfläche bieten. Jede Schale hat ein Ueberlaufrohr in der Mitte, durch welches die

nächst untere Schale von der oberen gefüllt wird. Bei Luftheizungen sind in neuerer Zeit in den Heizkammern Verdunstungsapparate angewendet worden, welche von ausserhalb der Kammer her durch eine eigene kleine Wasserheizung, von einer Gasflamme betrieben, also unabhängig von der Erwärmung der Heizkammer, Wasser zur Verdampfung bringen. Reinhardt in Würzburg hat auch der Heizkammer direct Dampf, dessen Zutritt nach Bedarf geregelt werden kann, aus einem kleinen, ausserhalb gelegenen Dampfkessel mit Extrafeuerung zugeführt.

Wasserverdunstungsapparate sollen stets so construirt sein, dass die Wasserzufuhr nach Belieben geregelt werden kann.

Zur Beobachtung der relativen Feuchtigkeit wendet man in den Räumen Hygrometer, bei grossen Ventilations- und Centralheizungsanlagen in Verbindung mit elektrischen Apparaten an, welche selbstthätig die Luftbefeuchtung sistiren oder wieder in Function treten lassen, sobald die relative Feuchtigkeit mehr als 60 Proc. oder geringer als 40 Proc. vom Hygrometer angezeigt wird. Ein solcher Apparat ist von Rietschel und Henneberg construirt und in Dingl. pol. Journ. 235 pag. 113, sowie in Professor Wolperts Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung pag. 911 beschrieben.

Ausser der Feuchtigkeit der Ventilationsluft muss auch ihre Temperatur berücksichtigt werden. Im Winter soll mit erwärmter, im Sommer mit gekühlter Luft ventilirt werden.

Die Erwärmung der Ventilationsluft wird entweder von den Heizkörpern, welche die Räume beheizen sollen, mit besorgt, oder sie wird von denselben unabhängig gemacht und durch eigene Heizkörper betrieben. Die letztere Anordnung, Trennung der Ventilation von der Heizung ist in vielen Fällen rationell und wird bei grossen Anlagen meistens angeordnet. Es hat dies den Vortheil, dass die frische Luft nur auf die Temperatur des zu ventilirenden Raumes, also nur auf ca. +20 C. erwärmt zu werden braucht, so dass dieselbe ihre natürliche Beschaffenheit fast unverändert beibehält. Die Trennung wird nothwendig, wenn es darauf ankommt, bei jeder Aussentemperatur dasselbe Ventilationsquantum zu fördern, was meistens nur durch Pulsionsventilation (s. weiter unten) zu erreichen ist. Nur bei der Luftheizung ist diese Trennung nicht durchzuführen.

Die Abkühlung der Ventilationsluft wird nur bei grossen Anlagen zur Anwendung gebracht und am einfachsten dadurch bewirkt, dass man den Luftstrom durch einen Wasserschleier streichen lässt, d. i. durch einen einfachen Apparat, welcher im Hauptluftleitungscanale beständig Wasser giesskannenartig zerstäubt. Leider erhöht sich bei diesem Verfahren die relative Feuchtigkeit der Luft um ein Bedeutendes und deshalb schon ist diese Methode zu verwerfen. Besser ist es, die Wasserkälte auf dünnwandige Eisenrohrapparate zu übertragen, welche lang gestreckt in den Ventilationscanälen liegen und vom Luftstrome bespült werden. Diese Apparate können im Winter mit heissem Wasser oder mit Dampf geheizt und so zur Vorwärmung der Ventilationsluft benützt werden. Sehr wirksam, aber kostspielig ist die Abkühlung mit Hilfe der Windhausen'schen Kälte-Erzeugungsmaschinen, die in neuerer Zeit häufig bei der Ventilation von Schiffen in tropischen Gewässern angewendet worden sind. Mit diesen Maschinen comprimirt man in besonderen Cylindern Luft, die sich in Folge dessen sehr stark erhitzt, nimmt alsdann mit Wasser eine Abkühlung der Luft bis auf ca. +20° C. vor und hebt, sobald dies erreicht ist, den Druck auf. Es tritt alsdann die umgekehrte Erscheinung auf, wie bei der Compression, die Luft kühlt sich sehr stark ab und ist dann mit anderer atmosphärischer Luft zu mischen. Auf diese Weise hat man die Luft bis auf —40° C. abgekühlt.

Zum Betriebe jeder Ventilation gehört Luftbewegung, welche hervorgerufen wird entweder durch eine Aenderung des specifischen Gewichtes der Ventilationsluft oder durch mechanische Verdichtung, resp. Verdünnung derselben. Die Aenderung des specifischen Gewichtes der Luft kann durch eine Erwärmung derselben hervorgerufen werden. Durch Temperaturerhöhung wird die atmosphärische Luft specifisch leichter, durch Temperaturerniedrigung specifisch schwerer. Sie folgt dem Gesetze der Schwere, nach welchem Flüssigkeiten sich nach ihrem

specifischen Gewichte anordnen, wie z. B. Wasser und Oel, so lange nicht andere Umstände hindernd in den Weg treten. Die specifisch leichtere Luft wird von der schwereren emporgehoben, wie z. B. ein Stückchen Holz, das man unter Wasser bringt. Diese Erscheinung tritt in Ventilationsröhren in gleicher Weise auf. Die warme Luft wird von der kälteren nachströmenden emporgehoben und in Folge der Schwerkraft zum Rohre hinausgedrängt.

Luftbewegungen durch mechanische Verdünnung der Luft am Endpunkte, resp. durch mechanische Verdichtung am Anfangspunkte eines Ventilationsrohres werden meistens durch maschinelle Anlagen bewirkt.

Jede Ventilation vollzieht sich durch Vermittelung von Oeffnungen und Röhren, und seien dieselben so gross, wie z. B. Fenster und Thüren oder so klein, wie Ritzen, Spalten oder Poren der Umfassungswände. In diesen Röhren bewegt sich die Luft mit einer gewissen Geschwindigkeit, die bei Vorhandensein einer Erwärmung der Ventilationsluft abhängig ist von der Temperaturdifferenz, resp. der Verschiedenheit der specifischen Gewichte der Ventilationsluft und der Aussenluft. Als bewegende Kraft wirkt hier nur die Schwerkraft.

Die Kenntniss der Luftgeschwindigkeit in Ventilationsröhren bei vorhandener Temperaturdifferenz ist nothwendig, um ermitteln zu können, ein wie grosses Luftquantum in der Zeiteinheit aus der Oeffnung des Rohres herausströmt. Will man diese Geschwindigkeit theoretisch ermitteln, so hat man die Luft als eine äusserst feine Flüssigkeit anzusehen und die hierfür giltigen hydrostatischen Gesetze nach dem Princip des Hebers, die Lehre vom Gleichgewicht der Flüssigkeiten in communicirenden Gefässen und vom freien Fall, anzuwenden. Nähere Ausführungen finden sich fast in jedem grösseren Werke über Heizungen oder Ventilation.

Professor Wolpert ermittelt die theoretische Ausflussgeschwindigkeit der Luft aus der Oeffnung eines Rohres zu:

I. $v = \sqrt{\frac{2gH(T-t)}{273+t}}$ Meter pro Secunde für Ausfluss warmer Luft in kältere.

II. $v = \sqrt{\frac{2gH(T-t)}{273+T}}$ Meter pro Secunde für Ausfluss kalter Luft in wärmere.

In diesen Formeln bedeutet:

g die Beschleunigung der Schwere, für unsere Breiten $g = 9\cdot81^m$,
H die Fallhöhe oder Höhe des Canales in Verticalprojection gemessen,
T die Temperatur der wärmeren Luft in Graden,
t die Temperatur der kälteren Luft in Graden.

Die Zahl 273 ist entstanden aus $\frac{1}{0\cdot003665}$, da sich die Luft bei einer Temperaturerhöhung von 1° C. um das 0·003665fache seines Volumens ausdehnt.

Die wirklichen Ausflussgeschwindigkeiten betragen nur 60 bis 80 Proc., weil die Luft an den Canalwänden Widerstände und an der Ausflussöffnung eine sogenannte Contraction erfährt, sie betragen daher unter denselben Voraussetzungen wie oben annähernd:

$$\text{III.} \quad \begin{cases} v = 0\cdot6 \text{ bis } 0\cdot8 \sqrt{\frac{2gH(T-t)}{273+t}} \text{ Meter.} \\ v = 0\cdot6 \text{ bis } 0\cdot8 \sqrt{\frac{2gH(T-t)}{273+T}} \text{ Meter.} \end{cases}$$

Für genaue Berechnungen, namentlich da, wo Luftleitungscanäle schräg gerichtet sind, oder ausnahmsweise auf kurze Strecken nur horizontal liegen können, muss man die Widerstände, welche die Reibung an den Canalwänden und die Cohäsion der Lufttheile der Bewegung hindernd in den Weg legen, mit berücksichtigen. Es sei nur erwähnt, dass der Widerstand der Reibung und der Cohäsion direct proportional ist der Länge des Canales, dem Umfange des lichten Querschnittes, dem Quadrate der Geschwindigkeit und dem Reibungscoefficienten, aber umgekehrt proportional der Fläche des Canalquerschnittes.

Bezeichnet L die Länge des Canales, gleichviel ob vertical oder geneigt, U den Umfang des lichten Querschnittes, F die Fläche desselben, K einen durch Versuche ermittelten Factor, dem Reibungscoefficienten entsprechend (ungefähr $K = 0\cdot006$) und V die wirkliche Geschwindigkeit, so ist:

$$V^2 = \frac{2gH(T-t)}{273+t} - \frac{K.L.U.V^2}{F} \quad \text{oder}$$

IV. $V = \sqrt{\frac{2gH(T-t)}{273+t}} : \sqrt{1 + \frac{K.L.U}{F}}$ Meter pro Secunde für Ausfluss warmer Luft in kältere.

Bei quadratischem Querschnitt ist $\frac{U}{F} = \frac{4D}{D^2} = \frac{4}{D}$, wenn D die Seitenlänge ist.

Bei kreisförmigem Querschnitt ist $\frac{U}{F} = \frac{\pi . D}{\frac{1}{4}\pi . D^2} = \frac{4}{D}$, wenn D der Durchmesser ist.

Für solche Querschnitte vereinfacht sich die Formel in:

V. $V = \sqrt{\frac{2gH(T-t)}{273+t}} : \sqrt{1 + \frac{K.L.4}{D}}$ Meter pro Secunde.

In den beiden Formeln IV und V ist $K = 0{\cdot}006$ für gewöhnliche Fälle zu setzen.

Besteht die Luftleitung aus 2 ungleichen Theilen und von verschiedenen Formen oder Dimensionen des Querschnittes, z. B. aus einem horizontal oder abwärts geführten und aus einem steigenden Canale, so ist, wenn V_1, L_1, U_1, F_1 für den 2. Abschnitt des Canales dasselbe bedeuten wie V, L, U, F, für den 1. Abschnitt an Stelle der Formel IV anzuwenden:

$$V^2 = \frac{2gH(T-t)}{273+t} - \frac{K.L.U.V^2}{F} - \frac{K.L_1.U_1.V_1^2}{F_1} \quad \text{Meter pro Secunde}$$

und wenn V_1 in einer bekannten Relation zu V steht, wenn also

z. B. $V_1 = \frac{m}{n} V$ ist, so wird

VI. $V = \sqrt{\frac{2gH(T-t)}{273+t}} : \sqrt{1 + \frac{K.L.U}{F} + \frac{K.L_1.U_1.m}{n.F_1}}$ Meter pro Secunde.

Kennt man die Luftgeschwindigkeit pro Secunde in einem Canale, so ist das Luftquantum Q, welches den Querschnitt an irgend einer Stelle pro Secunde durchströmt:

$$Q = V.F.$$

Soll also mittelst eines Canales ein Luftquantum Q gefördert werden und hat man sich aus H, T und t die wahre Geschwindigkeit berechnet, so muss der Querschnitt des Canales sein

VII. $F = \frac{Q}{V}$ Quadratmeter, wenn Q in Cubikmetern, V in Metern ausgedrückt ist.

Bei Berechnungen für grössere Anlagen rechnet man zuerst probeweise mit Formel III und nimmt erst dann die exacteren Feststellungen nach den Formeln IV bis VI vor.

Aus den Formeln geht hervor, dass die Geschwindigkeit mit der Grösse der Temperaturdifferenz $T-t$ wächst. Da die Temperatur T meist constant ist, kann man für Ventilationsanlagen auch sagen, je niedriger die Aussentemperatur, desto grösser die Luftgeschwindigkeit in den Ventilationscanälen. Hieraus folgt nach Formel VII, dass das Ventilationsrohr für den Winter eines kleineren Querschnittes bedürfen würde, als für die wärmere Zeit im Frühjahre und im Herbste, um gleiche Luftquanten zu fördern. Man nimmt bei Aufstellung von Berechnungen als Aussentemperatur die höchste Temperatur an, bei welcher bewohnte Räume noch geheizt werden, d. i. bei $+10$ bis $12°$ C.

Verkleinerung der Canalquerschnitte für die Winterszeit lässt sich durch Einschaltung von stellbaren Klappenverschlüssen leicht erzielen.

Um für einen bestimmten Fall das Ventilationsquantum zu bestimmen, welches man dem zu ventilirenden Raume stündlich zuzuführen hat, damit in demselben die Luft unter einer gewissen Grenze der Verunreinigung erhalten bleibt, dient folgende Formel, welcher die Voraussetzung zu Grunde liegt, dass die in der Raumluft vorhandenen Exhalations- und Transspirationsstoffe mit der ausgeathmeten Kohlensäure in gleichem Verhältnisse stehen.

Es sei K die Anzahl Cubikmeter Kohlensäure, welche pro Stunde durch Athmung, resp. als Verbrennungsproduct erzeugt wird: für Erwachsene $= 0{\cdot}030^{cbm}$, für Kinder $= 0{\cdot}020^{cbm}$ für 1 Gasflamme $= 0{\cdot}093^{cbm}$, für Petroleum $= 0{\cdot}062^{cbm}$. p der für zulässig erachtete Grenzwerth für den Kohlensäuregehalt der Luft, wie oben angegeben. 0·7, resp. 1·0, resp. 1·5 pro Mille oder 0·0007, oder 0·0010, oder 0·0015 (wird von den verschiedenen Ventilationstechnikern nach eigenem Ermessen verschieden angenommen). a der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre $= 0{\cdot}0003$ bis $0{\cdot}0005$, gewöhnlich zu $0{\cdot}0005$, also sehr hoch angenommen.

Das erforderliche Ventilationsquantum muss dann sein:

$$Q = \frac{K}{p-a}$$

Zieht man nun noch den Cubikinhalt m in Rücksicht, welcher in dem Raume an Luft pro Kopf vorhanden ist, den sogenannten Luftcubus, so hat man zu rechnen:

$$Q = \frac{K}{p-a} - m = \frac{K - m(p-a)}{p-a}$$

Je grösser m, ein desto kleineres Ventilationsquantum ist also pro Stunde erforderlich.

Bei diesen Berechnungen erhält man ganz verschiedene Resultate, je nach der Annahme für *K* oder m. a. W, je nachdem man eine grössere oder geringere Luftverunreinigung durch Kohlensäure etc. für zulässig erachtet. Es weichen daher auch die pro Kopf und Stunde von den verschiedenen Autoren angegebenen Ventilationsquanten sehr von einander ab, durch obige Formel und durch Rückwärtsrechnen ist aber leicht zu ermitteln, ob das Ventilationsquantum hohen oder niedrigen Ansprüchen bezüglich der Reinheit der Luft Genüge leistet.

Folgende von Morin herrührende Tabelle für Ventilationsquanten ist sehr beliebt und wird meistens zur Anwendung gebracht:

Krankenhäuser für gewöhnliche Kranke	60—70	*cbm*	pro Kopf und Stunde
dto. für Verwundete und Wöchnerinen	100	„	dto.
dto. bei Epidemien	150	„	dto.
Gefängnisse	50	„	dto.
Werkstätten gewöhnlicher Art	60	„	dto.
Werkstätten mit besonderen Quellen der Luftverderbniss	100	„	dto.
Kasernen bei Tage	30	„	dto.
Kasernen bei Nacht	40—50	„	dto.
Theater	40—50	„	dto.
Versammlungsräume bei längerem Aufenthalt	60	„	dto.
Versammlungsräume bei kürzerem Aufenthalt	30	„	dto.
Volksschulen	12—15	„	dto.
Schulen für Erwachsene	25—30	„	dto.
Ställe verschiedener Art	180—200	„	dto.

Im Uebrigen wird allgemein angenommen, dass für Wohnzimmer ein Ventilationsquantum von 15—20^{cbm}, für Schlafzimmer in Anbetracht der stärkeren Ausdünstungen und wegen des längeren Aufenthaltes von 40^{cbm} pro Kopf und Stunde genügt. In Restaurationslocalen, in denen viel geraucht wird, sind 60^{cbm} ausreichend, und wenn die Verbrennungsproducte der Beleuchtungskörper besonders abgeführt werden, so kann auch diese Zahl noch ermässigt werden.

Sehr häufig wird die Anforderung gestellt, die betreffenden Räume pro Stunde 1-, resp. 2- oder 3mal in ihrer Luft zu erneuern. Solche Angaben werden gemacht, wenn eine Luftverschlechterung durch Menschen nicht in Rechnung gebracht werden kann, z. B. bei Aborten, Werkstätten, Apotheken, Fabriken, Leichenräumen etc.

Eine einmalige Lufterneuerung pro Stunde ist für Wohnzimmer, eine $1\frac{1}{2}$-malige für Schlafzimmer völlig ausreichend; 3- bis 4malige Erneuerung ist als eine sehr kräftige Ventilation zu bezeichnen und kommt nur da zur Anwendung, wo die Luftverunreinigung eine besonders starke ist.

Jede rationelle Ventilationsanlage muss aus den Einrichtungen für die Zuführung frischer, erwärmter oder gekühlter Luft und aus denen für die Abführung der verdorbenen Luft bestehen. Wird nur ein Theil dieser Anlagen ausgeführt, so ist die Ventilation unvollständig und unzuverlässlich. Soll die Zuführung frischer Luft zugleich eine Erwärmung der zu benutzenden Räume bewirken, wie dies bei der Luftheizung der Fall ist, so muss dieselbe mit der Heizung verbunden werden.

Man unterscheidet, je nachdem zur Erzeugung der Luftbewegungen eine Erwärmung der Luft oder eine Verdichtung derselben auf mechanischem Wege vorgenommen wird: 1. Die Aspirations-, (Saug- oder Lockventilation) und 2. die Pulsions-Ventilation.

Zur Benennung der ersteren Art hat eine falsche Auffassung des Bestrebens der kälteren Luft, nach der wärmeren hin zu strömen, Veranlassung gegeben. Man hat dies fälschlich als ein Anlocken der kalten Luft durch die wärmere, als ein Ansaugen betrachtet, während der ganze Vorgang umgekehrt ist, da die specifisch leichtere warme Luft einen Auftrieb seitens der kälteren erfährt, von dieser emporgehoben und aus dem Ventilationsrohre gedrängt wird. Es findet also eigentlich kein Saugen oder Locken, sondern ein Drücken von der kalten Luft her statt.

I. Aspirations-Ventilation tritt schon ohne weitere Zuthaten in allen Räumen auf, in welchen Temperatur-Abweichungen von der Aussenluft vorhanden sind. In erwärmten Räumen zeigt sich bei geöffneten Thüren in der oberen Hälfte der letzteren ein Austreten der warmen und in der unteren Hälfte ein Eindringen

der kalten Luft. Da Thüren und Fenster nie luftdicht schliessen, so setzt sich dieser Luftaustausch auch fort, wenn dieselben geschlossen sind, und da unsere Baumaterialien, namentlich unsere Backsteine porös sind, so vollzieht sich bei erwärmten Räumen durch die Aussenwände hindurch ein Luftwechsel, gleich wie bei der geöffneten Thür. Dieser Vorgang wird gewöhnlich spontane Ventilation genannt. Dass dieselbe nicht zu unterschätzen ist, hat Prof. v. Pettenkofer nachgewiesen. Nach seinen Untersuchungen belief sich der Luftwechsel in seinem Arbeitszimmer an verschiedenen Tagen bei einer Temperaturdifferenz von 20°, resp. 19° C. auf 95, resp. 75^{cbm} pro Stunde. Als die Ritzen an Thüren und Fenstern mit starkem Papier und Kleister sorgfältig gedichtet waren, bebeobachtete der Genannte bei einer Temperaturdifferenz von 19° C. noch ein Lüftungsquantum von 54^{cbm}, also ca. 28 Proc. weniger. Hieraus kann man den Schluss ziehen, dass der Luftwechsel durch die Umfassungswände hindurch grösser ist als durch die Thür- und Fensterritzen. Oberbaudirector v. Pauli hat aus diesen Versuchen die Ventilationsgrösse des von Pettenkofer'schen Arbeitszimmers zu 0·245^{cbm} pro 1^{qm} Wandfläche, 1° Temperaturdifferenz und eine Stunde berechnet.

Weit bedeutender, als die Temperaturdifferenz ist noch die Wirkung des Windes. Man kann in Gebäuden beobachten, dass bei starkem Winde durch die Mauerporen etc. hindurch eine kräftige Lufterneuerung in der Richtung des Windes von einer Frontwand zur anderen sich vollzieht, selbst ohne Vorhandensein von Temperaturdifferenzen.

Diese sogenannte Permeabilität der Umfassungswände ist Gegenstand näherer Untersuchungen gewesen, es ist aber noch nicht gelungen, dieselbe für verschiedene Baumaterialien zahlenmässig so festzustellen, dass hieraus Grundlagen für genaue Berechnungen gewonnen sind.

C. Lang hat in seiner Broschüre „über natürliche Ventilation" seine interessanten Untersuchungen über die Permeabilität der Baumaterialien veröffentlicht, woraus Folgendes erwähnt sei:

Cement oder Beton, unter Wasser erhärtet, sind wenig oder gar nicht permeabel. Ziegelsteine verhalten sich je nach der Härte des Brandes verschieden, verglaste Ziegel sind nur sehr wenig permeabel, der verglaste Klinker ist sogar ganz undurchlässig. Sandsteine sind bezüglich ihrer Permeabilität ganz verschieden.

Für die Durchlässigkeit der Wände spricht noch ihre Bekleidung und ihr Feuchtigkeitsgehalt mit. Kalkputz und Kalkfarbenanstrich ändern die Permeabilität sehr wenig, ein einmaliger Oelfarbeanstrich dagegen bedeutend und ein 2maliger oder ein Wasserglasanstrich heben dieselbe ganz und gar auf. Leimfarbeanstrich behindert die Durchlässigkeit einer Wand um so mehr, je stärker der verwendete Leimzusatz war, und Tapetenbekleidung reducirt die Permeabilität ca. auf die Hälfte. Nasse Wände sind nicht permeabel.

Häufig ist die so wohlthätige Durchlässigkeit der Wände aber auch lästig, wenn z. B. ein geheizter Raum neben einem Kloakengebäude liegt, weil alsdann auch die übelriechenden Gase durch die Wände hindurchdringen.

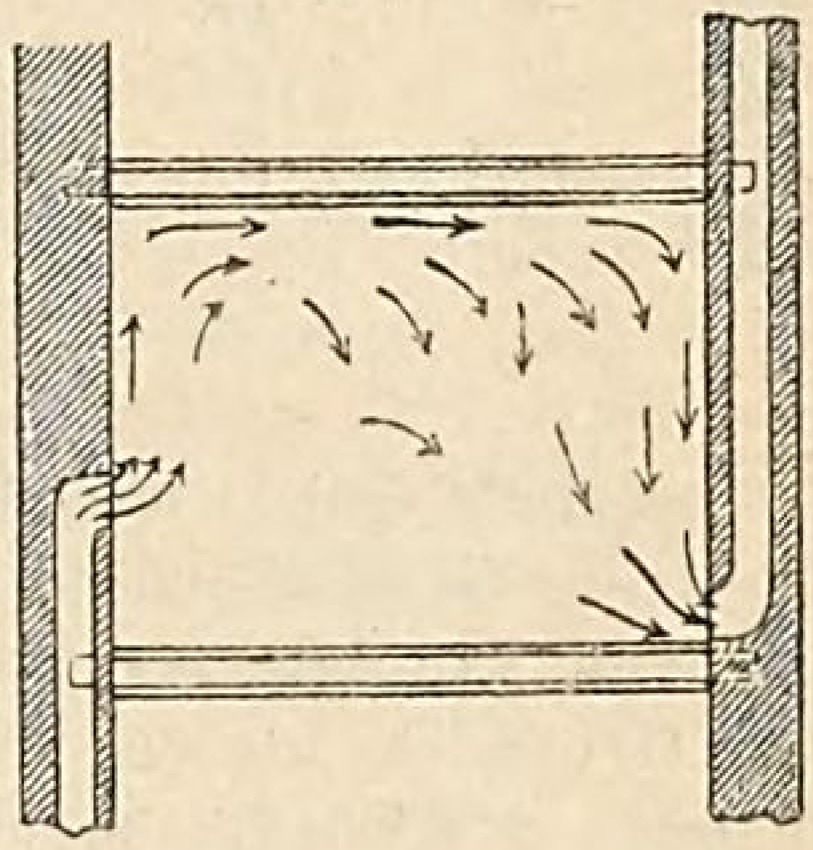
Im Uebrigen bedient sich die Aspirations-Ventilation zur Lufterneuerung besonderer Leitungsröhren in Wänden, Decken oder Fussböden. Diese Röhren sind zur Vermeidung grösserer Widerstände in Folge von Reibung in ihren Wandflächen äusserst glatt und, wenn Richtungsänderungen nöthig sind, nicht eckig, sondern in sanften Bögen herzustellen. Es war oben angeführt, dass die Widerstände direct proportional sind dem Umfange des lichten Querschnittes und indirect proportional der Querschnittsgrösse. Da der Kreis unter allen Figuren den kleinsten Umfang im Verhältnisse zur Fläche hat, so wird für diese Querschnittsform der Reibungswiderstand der geringste sein. Man thut daher gut, Luftleitungsröhren rund und mit möglichst glatten Wandungen (Thonröhren) anzulegen.

Die genannten Ventilationsröhren stehen mit den Räumen durch Oeffnungen in Verbindung, deren Höhenlage zwischen Zimmerdecke und Fussboden von Wichtigkeit ist.

Hier ist zunächst der wichtige Unterschied zu machen zwischen einer Ventilation, welche erwärmte Luft zuführt und einer solchen, welche Luft von der Temperatur des zu ventilirenden Raumes, resp. der Atmosphäre zuführt. Erstere sei der Kürze wegen Winterventilation, die zweite Sommerventilation genannt.

Bei der Winterventilation wird die warme Ventilalionsluft sofort nach der Decke des Zimmers emporgehoben, an welcher Stelle sie auch eingeführt werden mag. Wollte man daher die Einführung warmer Luft am Fussboden, die Ableitung der verbrauchten Luft an der Decke vornehmen, so würde man auf dem directesten Wege die Ventilationsluft, noch ehe sie sich mit der übrigen Zimmerluft vermischt hat, abführen. Man kann für die Winterventilation die warme Luft an einer beliebigen Stelle der Umfassungswände, jedoch in solcher Höhenlage einführen, dass die Bewohner durch den eintretenden Luftstrom nicht belästigt werden, d. i. in einer Höhe von 1·8 bis 2·0^m über dem Fussboden, und man muss für eine Ableitung unmittelbar über dem Fussboden sorgen. Aus beistehender Fig. 5152 ist das Wesen der Sache leicht einzusehen. Soll die frische Luft in geringerer Höhe als 1·8^m über dem Fussboden eintreten, so darf ihre Geschwindigkeit nicht mehr als 0·5^m pro Secunde betragen, weil der Luftstrom sonst von den Bewohnern als Luftzug lästig empfunden werden würde. In grösseren Höhen sind grössere Ausströmungsgeschwindigkeiten bis 1·5 resp. 2·0^m zulässig.

Fig. 5152.



Bei Localheizungen oder bei Centralheizungen mit Localheizkörpern, wie z. B. bei Warm- oder Heisswasseröfen, lässt man die frische Luft, wie in Fig. 5153 und 5154 dargestellt, austreten. Es wird hierbei die Ventilationsluft im Heizkörper erwärmt und dadurch von der kälteren Luft im Leitungsrohre in's Zimmer gedrängt.

Für die Lage der Abzugsöffnungen kann man mit Vortheil Fensterbrüstungen wählen, wie Fig 5155 zeigt, namentlich wenn grosse Querschnitte erforderlich sind.

Bei der Sommerventilation ist die Sache umgekehrt. Hier bezweckt man eine Abführung der wärmsten Luft und eine Einführung von eventuell gekühlter Luft. Man ordnet daher die Einströmungsöffnung der Ventilationsluft ungefähr in Fussbodenhöhe an und sorgt für Ableitung der verdorbenen Luft an der Decke. In dieser Weise müssen alle Restaurationslocale, in denen viel geraucht wird, Versammlungs- und Tanzsäle und alle Räume ventilirt werden, in denen eine sehr starke Luftverschlechterung stattfindet. Es wird hierbei dem Raume mittelst Röhren in den Umfassungswänden frische Luft von ca. + 20° C. am Fussboden zu- und die verbrauchte von der Zimmerdecke aus abgeführt, weil anderenfalls die Tabaksdünste und die ausgeathmeten Stoffe, welche naturgemäss in Folge ihrer höheren Temperatur nach oben steigen, noch

Fig. 5153.

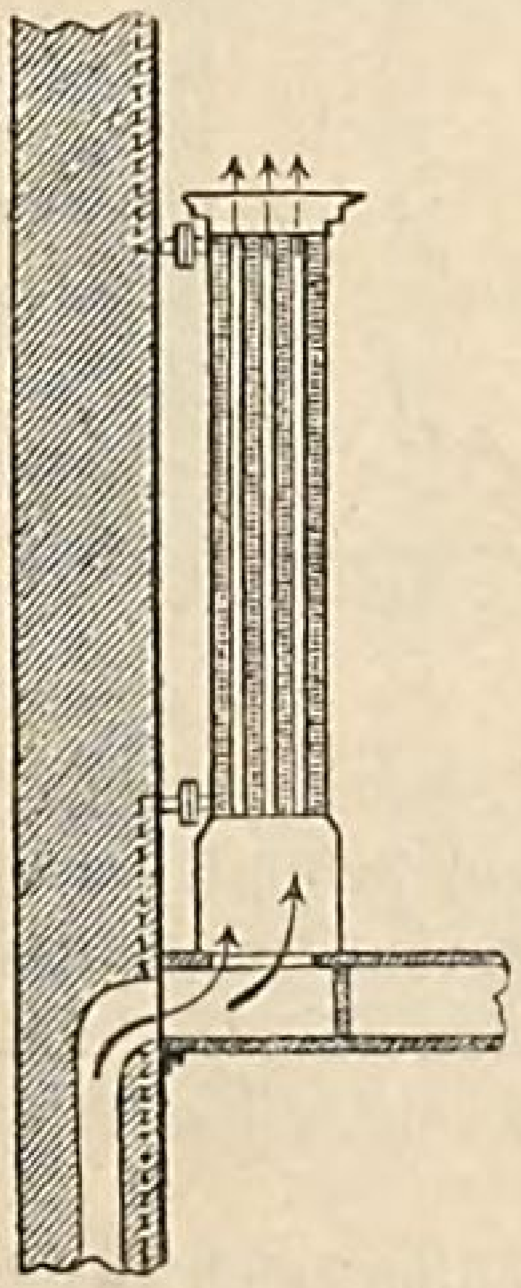
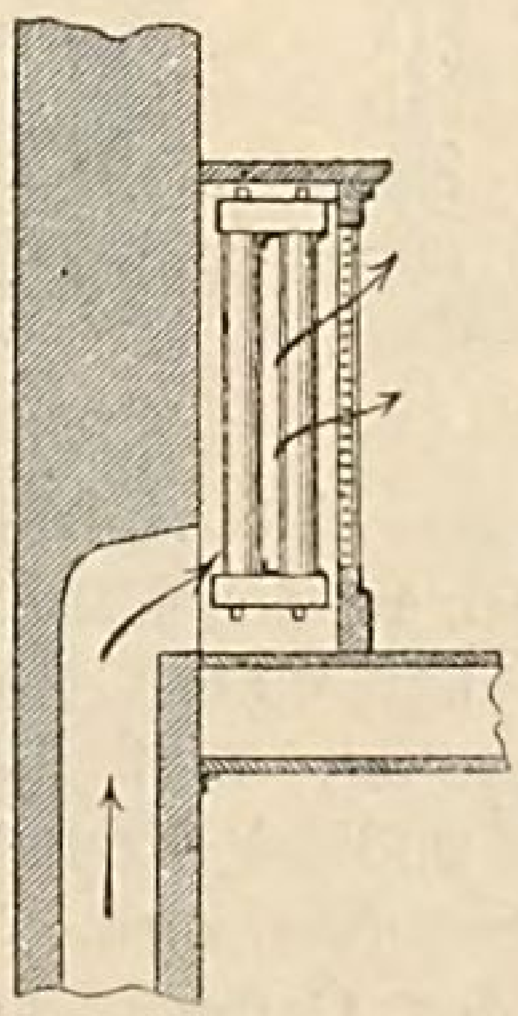
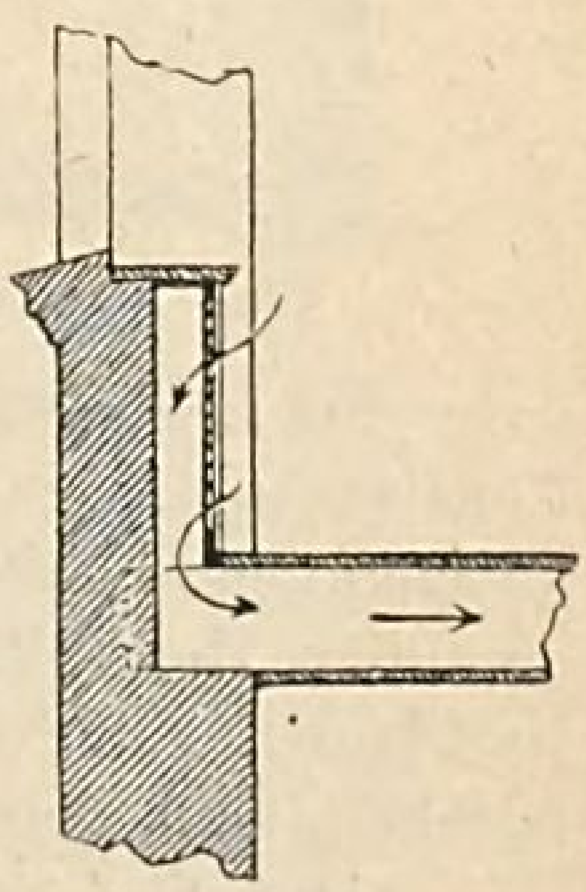


Fig. 5154.



Localheizkörper.

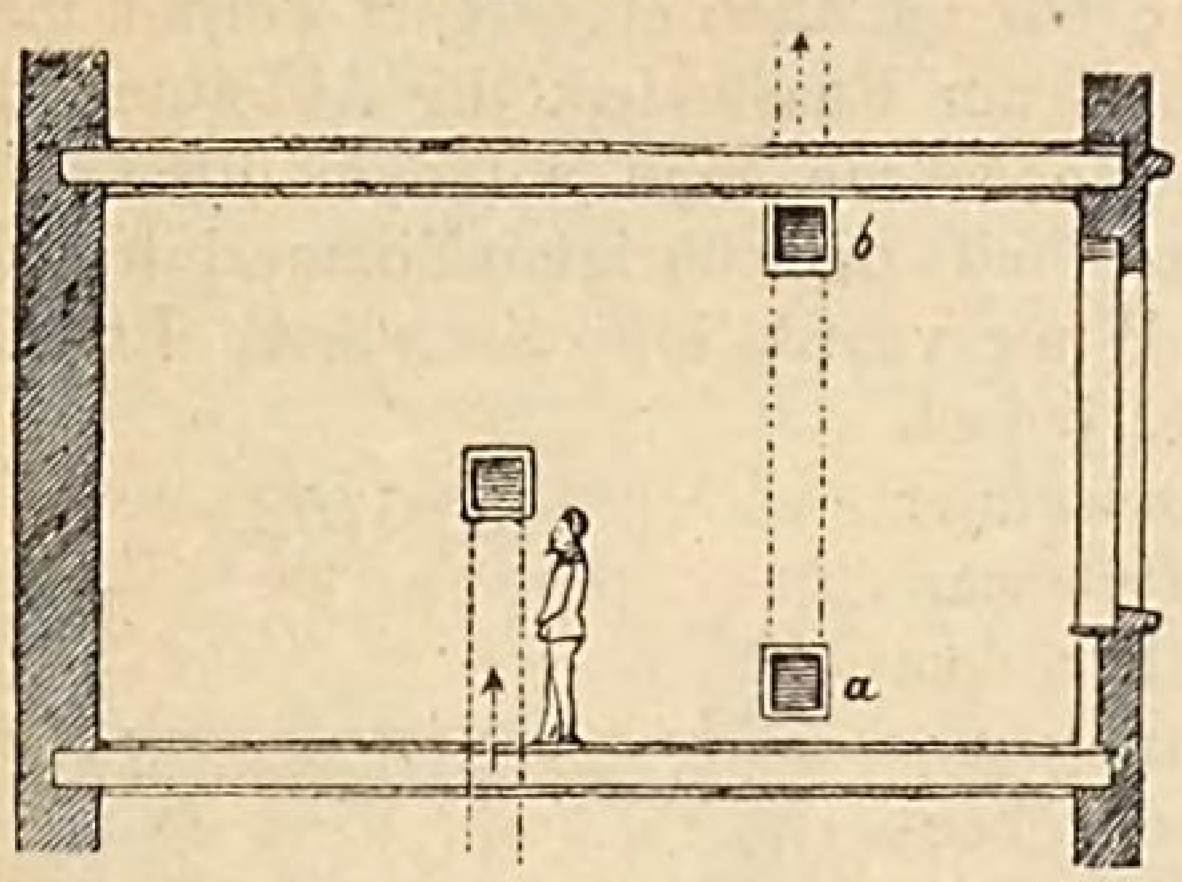
Fig. 5155.



Luftabzug.

einmal in die Sphäre der Athmungsluft gezogen werden müssten, ehe sie abströmen können.

Fig. 5156.



Meistens werden die Ein- und Ausströmungsöffnungen für Winter- und Sommerventilation, wie Fig. 5156 zeigt, combinirt. Es bleibt hier die Lufteinströmungsöffnung für beide Fälle dieselbe, nur der Abführungscanal ist mit 2 Oeffnungen zu versehen, die nach Belieben geöffnet und geschlossen werden können. *a* dient für die Winter-, *b* für die Sommerventilation.

Soll einem Zimmer abgekühlte Luft zugeführt werden, so kann dies auch in grösserer Höhe geschehen, damit durch die Mischung der abwärts fallenden, kalten, mit der wärmeren Innenluft ein Ausgleich geschieht.

Specielle Fälle modificiren die vorstehend genannten Grundsätze, die nur allgemeine Gesichtspunkte angeben sollen.

Die Ventilations-Canäle legt man stets in die Mittel- oder Scheidewände eines Gebäudes, um sie vor Wärmeverlusten zu schützen. Ein- und Ausmündungsöffnungen der Canäle können in ein und derselben Wand liegen, nur hat man darauf zu achten, dass der eingeführte Luftstrom das Zimmer möglichst gleichmässig durchschneidet, ohne dass todte Winkel übrig bleiben. Bei der Winterventilation erfährt die Luft die grösste Abkühlung an der Fensterwand, woselbst beständig ein abwärts fallender Luftstrom beobachtet werden kann. Aus Fig. 5157 erhellt,

Fig. 5157.

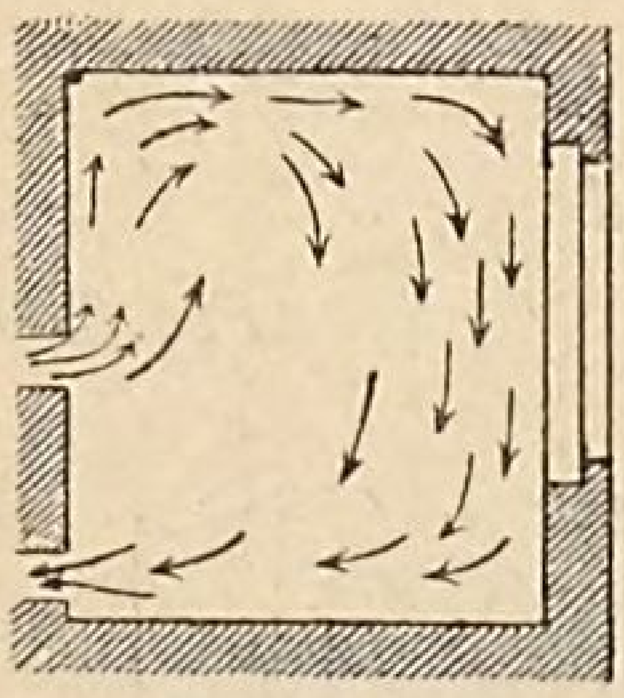


Fig. 5158.

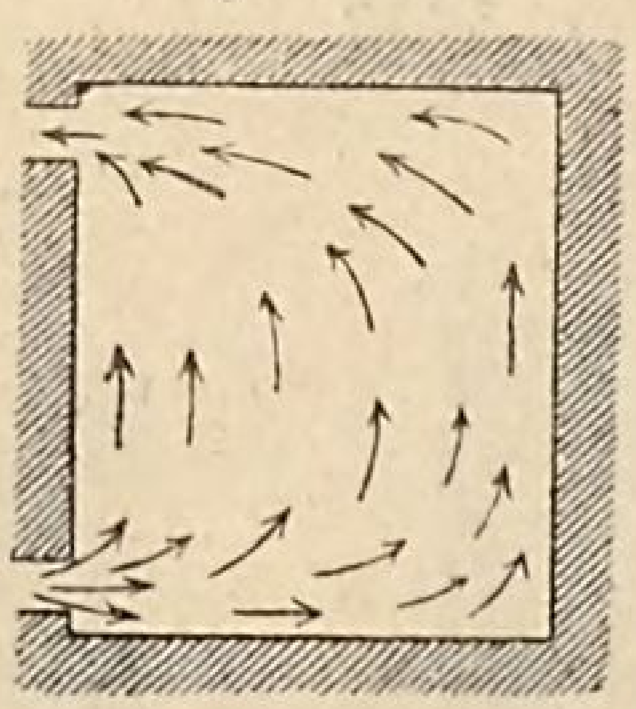
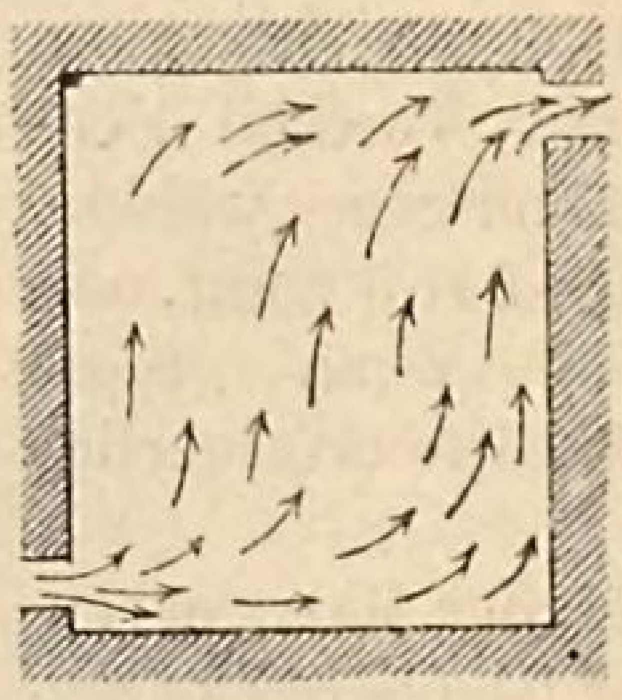


Fig. 5159.



dass die Luftcirculation eine vollständigere ist, wenn die Ableitung nicht an der Fensterwand, sondern in der Mittelwand erfolgt. Die Fig. 5158 und 5159 veranschaulichen, dass bei einer Sommerventilation die Lage der Oeffnungen zu einander gleichgiltiger ist, weil die eingeführte kühlere Luft sich zunächst am Fussboden ausbreitet und im Verhältniss ihrer Erwärmung von der nachströmenden frischen Luft emporgehoben wird.

Die Grössen der Oeffnungen richten sich nach den zugehörigen Canälen. Sind Gitter oder Klappenverschlüsse angeordnet, so ist die Oeffnungsgrösse so zu wählen, dass die Summe aller Durchbrechungen des Gitters, der sogen. reine Querschnitt, mindestens so gross ist, wie der zugehörige Canal. Je nach der Vertheilung von Masse und Durchbrechung wird daher die Grösse der Oeffnung bestimmt werden müssen, man wird aber gut thun, wegen der grossen Reibung, welche die Lufttheilchen an den Gitterstäben erfahren, die Oeffnungsgrösse noch zu vermehren.

Für den Abflusscanal wählt man der Einfachheit wegen meistens denselben Querschnitt, wie für den Zuflusscanal, wiewohl der erstere einer anderen Dimension

bedürfte, um gleiche Luftquantitäten in gleicher Zeit durchzulassen. Die wahren Grössenverhältnisse lassen sich nach den Formeln I—VII leicht ermitteln. Manche Techniker empfehlen der Abflussöffnung nur $^2/_3$ bis $^3/_4$ vom Querschnitte der Zuflussöffnung zu geben. Bei rechnungsmässigen Ermittelungen wird die Verschiedenheit der Querschnitte beider Canäle zu unwesentlich, als dass sie sich bei der praktischen Ausführung genau inne halten liesse. Anemometrische Beobachtungen an Winterventilationen haben bewiesen, dass das abströmende Quantum Luft geringer ist, als das zuströmende, was zum grossen Theile dem Entweichen der warmen Luft durch Thür- und Fensterritzen zuzuschreiben ist, man begeht daher, wenn man die Abflussöffnung, wie oben angegeben ist, verkleinert, keinen nennenswerthen Fehler.

Die Herstellung der Luftverdünnung durch Erwärmung geschieht in den Luftleitungscanälen entweder nahe am Anfangspunkte oder kurz vor dem Austritte derselben nach dem zu ventilirenden Raume. Nach ersterer Art wird bei Anwendung der Luftheizung verfahren, auf welche hier verwiesen wird. Am Endpunkte der Ventilationsröhren wird die Erwärmung durch Local - Heizkörper (Kachel- oder eiserne Oefen, Warmwasseröfen, Heisswasser-, resp. Dampfregister) in den zu ventilirenden Räumen selbst besorgt. Im Effecte ist die letztere Art wegen der mangelhaften Höhe der warmen Luftsäule (cfr. Formel I und II) die ungünstigere.

Die Fig. 5160—5162 stellen den von Romberg und Mehlmann in Berlin construirten Ventilations-Kachelofen dar. In dem hinter dem Ofen befindlichen Wärmekasten liegen zwei Rohre *a* und *b*, von denen das Rohr *b* durch einen unter dem Fussboden befindlichen Canal, der auch theilweise in der Wand angeordnet sein kann, mit der Aussenluft in Verbindung steht und oberhalb der Ofendecke in das Zimmer mündet. Der Canal *a* beginnt horizontal im Fusse des Ofens, communicirt mit der Zimmerluft und endet in das im Mauerwerk der Wand angebrachte Luftabführungsrohr. Durch das Rohr *b* strömt also die Aussenluft, erwärmt an den Rohrwandungen vertical aufwärts in's Zimmer, während die verbrauchte Luft am Fussboden durch das Rohr *a* abgeführt wird. Ausserdem hat dieser Ofen noch eine besondere Schiebervorrichtung, mittelst deren man die Ventilation abstellen und in eine sogenannte Circulation umwandeln kann. Wird nämlich von den in Fig. 5163 und 5164 dargestellten Schieberstellungen die erstere angewendet, so tritt die Ventilation ein. Bei der in Fig. 5164 angedeuteten Schieber-

Fig. 5160.

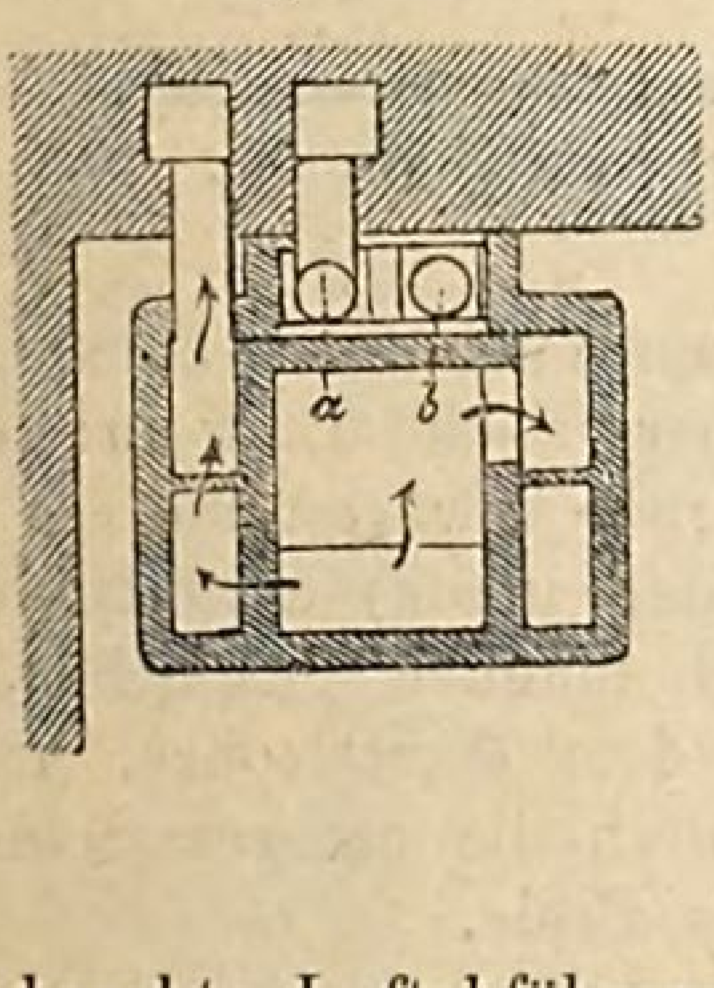


Fig. 5161.

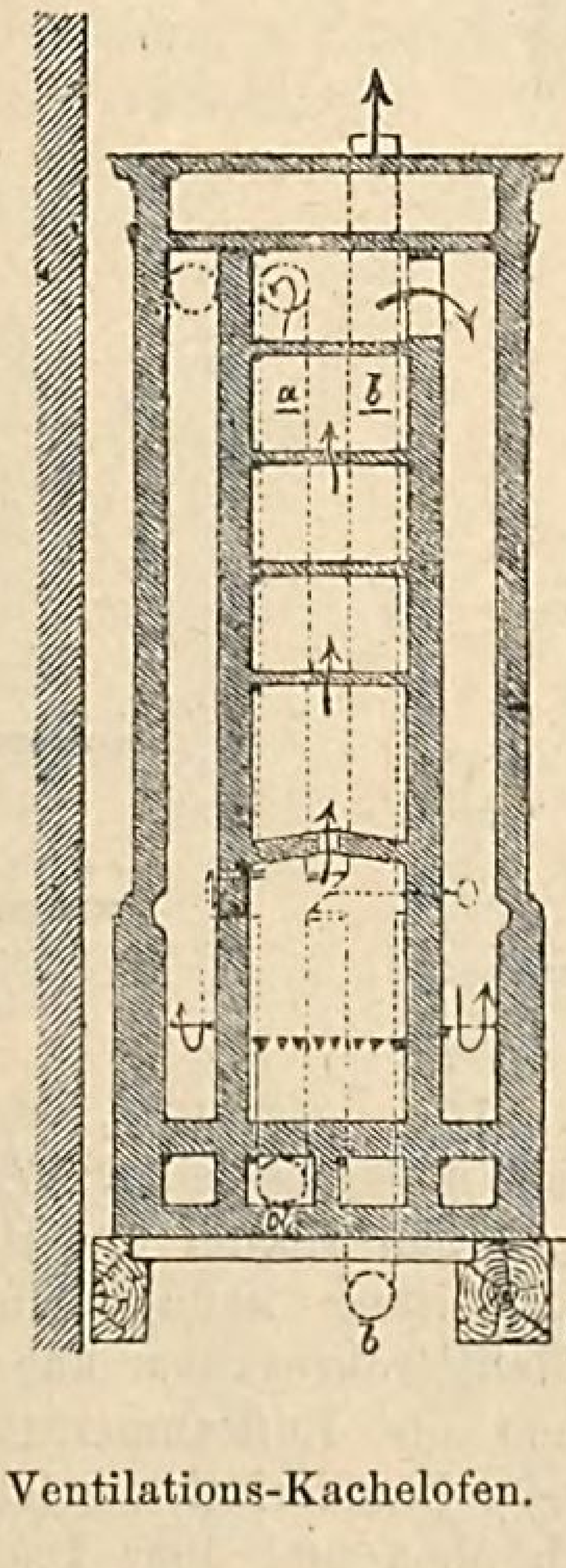
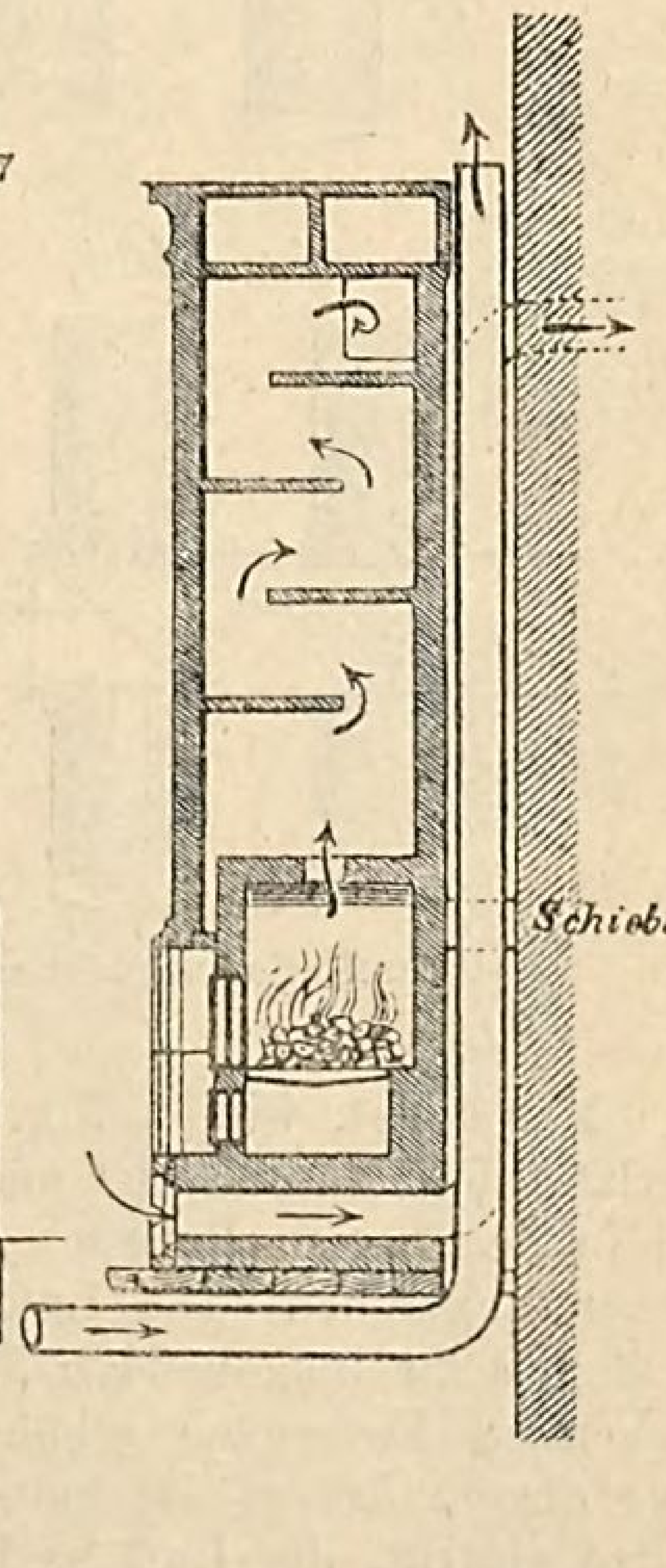


Fig. 5162.



Ventilations-Kachelofen.

stellung wird dagegen von aussen keine Luft entnommen, da der untere Theil des Rohres *b* geschlossen ist, es strömt nur Zimmerluft durch den unteren Theil des Rohres *a*, gelangt, da der obere Theil dieses Rohres auch geschlossen ist, in das Endstück des Rohres *b* und so wieder in das Zimmer zurück. Es circulirt hier also nur Zimmerluft, ohne dass eine Lufterneuerung stattfindet. Zweckmässig ist diese Anordnung bei Räumen mit periodischer Benützung, sie kann auch bei anderen Ofenformen, auch bei der Luftheizung nach gleichem Princip in ähnlicher Weise angeordnet werden. Andere zweckmässige Ofenformen mit Ventilationseinrichtung zeigen die Stäbe'schen und die Born'schen Oefen.

Bei eisernen Oefen geschieht die Luftzuführung zum Zwecke der Erwärmung derselben in ganz gleicher Weise. In neuester Zeit werden fast alle besseren eisernen Oefen mit Rücksicht auf Ventilations-Anlagen als Mantelöfen construirt, denn nur solche lassen sich zum Zwecke der Lufterneuerung benützen.

Fig. 5163.

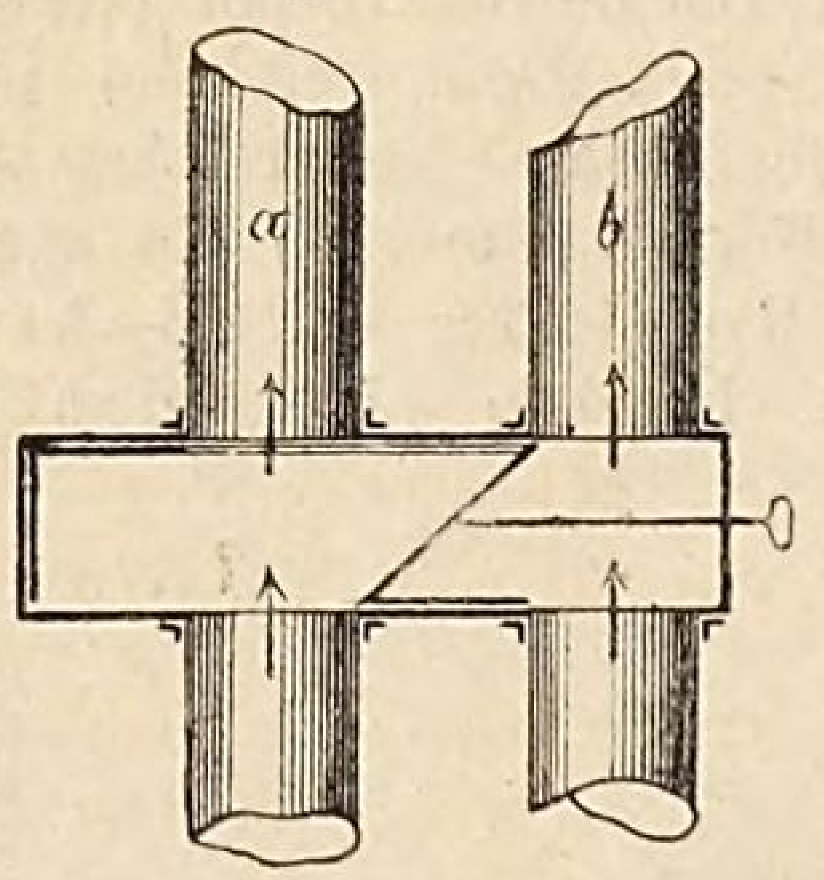
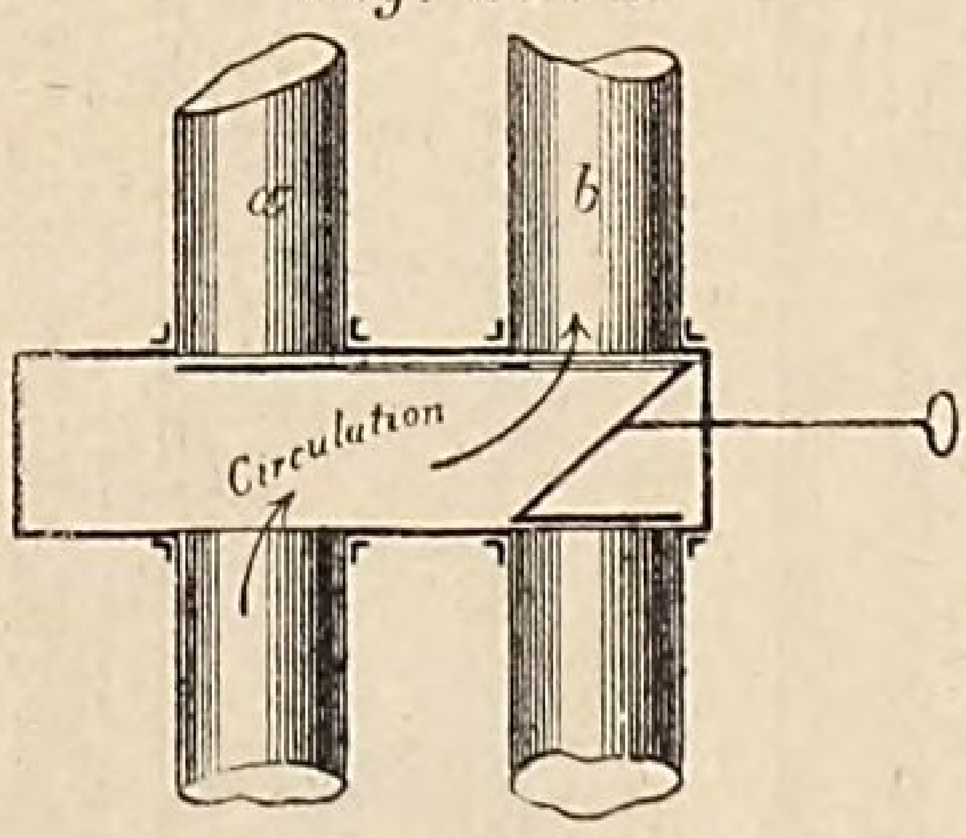
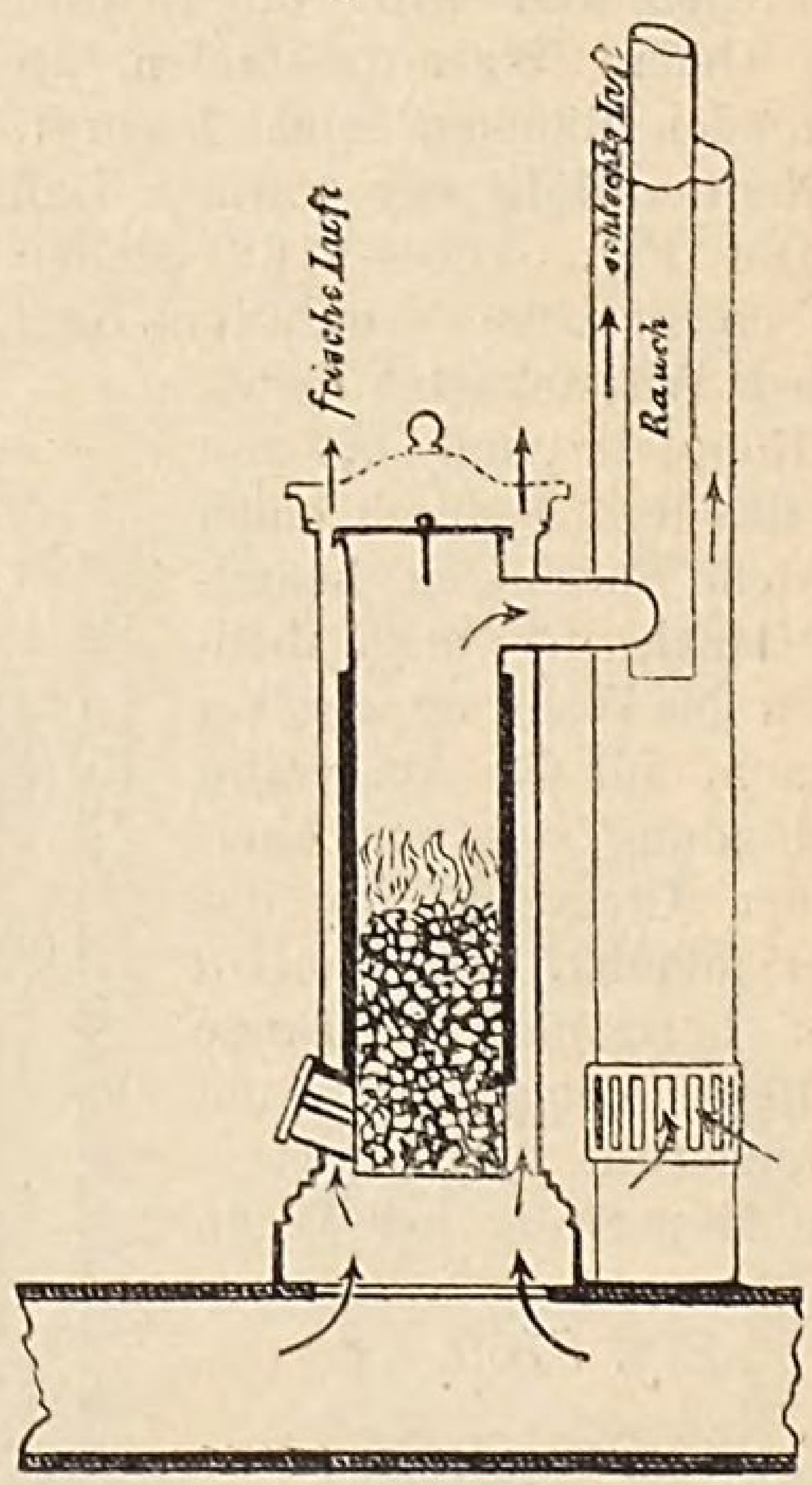


Fig. 5164.



Ventilations-Schieber.

Fig. 5165.



Eiserner Ventilationsofen.

Man leitet, wie in Fig. 5165 dargestellt, dem Ofensockel durch einen Canal unterhalb des Fussbodens oder innerhalb einer Wand her frische Luft zu; diese wird in dem freien Raume zwischen Mantel und Heizkörper erwärmt und so dem Zimmer zugeführt. Die Luftableitung kann (siehe weiter unten) mittelst eines das Rauchrohr umgebenden Mantelrohres, das über Dach mündet, geschehen. Die abgehenden Feuergase erhöhen die Lufttemperatur in dem Mantelrohre, und in Folge dessen drängt die kältere Zimmerluft, welche durch die unteren Schieberschlitze eintritt, die Luft nach oben und über Dach in's Freie.

Die Dimensionen der Leitungscanäle sind daraus zu berechnen, dass man bei den Ventilations-Kachelöfen nur auf eine Erwärmung der Luft in den Ventilationsrohren bis auf 40—50^{0} C. rechnen kann. Bei den eisernen Mantelöfen genügt es, den Zuleitungscanälen mindestens den Querschnitt zu geben, welchen der ringförmige freie Raum zwischen Heizkörper und Ummantelung besitzt.

Stäbe gibt an: Der Querschnitt des Luftcanales soll bei einem Ventilationsofen betragen:

für Wohn- und Schlafstuben nicht unter 530 qcm
für Schulstuben und Restaurants dto. 680 qcm
für Krankensäle dto. 820—880 qcm.

Diese Grössen stehen auch in richtigem Verhältnisse zu der Forderung, dass der Ofen im Stande sein soll, die zugeführten Luftmengen genügend zu erwärmen.

Bei grösseren Ventilationsanlagen entnimmt man nicht für jeden Ofen, resp. für jeden einzelnen Raum die Luft direct von Aussen, sondern man legt im Keller des Gebäudes ein Hauptluftrohr an, das nach 2 entgegengesetzten Himmelsrichtungen ausserhalb desselben in's Freie mündet, und zweigt von hier aus die einzelnen Luftrohre vertical aufwärts ab. Bei einer Entnahme der Luft für jeden Ofen direct von Aussen ist die Luftversorgung zu sehr von äusseren Einflüssen abhängig. Steht der Wind normal auf eine Häuserfront, so wird er in alle dort angebrachten Luftöffnungen gewaltsam hineinblasen, streicht der Wind normal oder schräg über die Luftöffnungen hinweg, so übt er eine saugende Wirkung aus, und die Luft wird zu dem Einströmungsrohre nicht in's Zimmer hinein, sondern aus demselben hinausgetrieben, die Ventilation also ganz in Frage gestellt.

Die Erzeugung der Luftverdünnung im Abflusscanale geschieht in verschiedener Weise. Eine Luftbewegung geschieht hier meistens schon ohne besondere Erwärmung, wenn die Temperatur der Zimmerluft höher ist, als die der Aussenluft. In den meisten Fällen, namentlich bei grösseren Anlagen, wird nicht jeder Abflusscanal einzeln in's Freie geführt, sondern es werden mehrere Sammelcanäle angelegt, in welche die Ventilationsrohre ausmünden, und diese Sammler werden zu einem Hauptabführungsschlot geleitet, der die verdorbene Luft in's Freie führt. Bei kleineren Anlagen, wenn die Ableitungscanäle einzeln über Dach münden, kann die Erwärmung derselben, wie in Fig. 5165 dargestellt, geschehen. Oder man legt den Abflusscanal unmittelbar neben ein Rauchrohr

Fig. 5166.

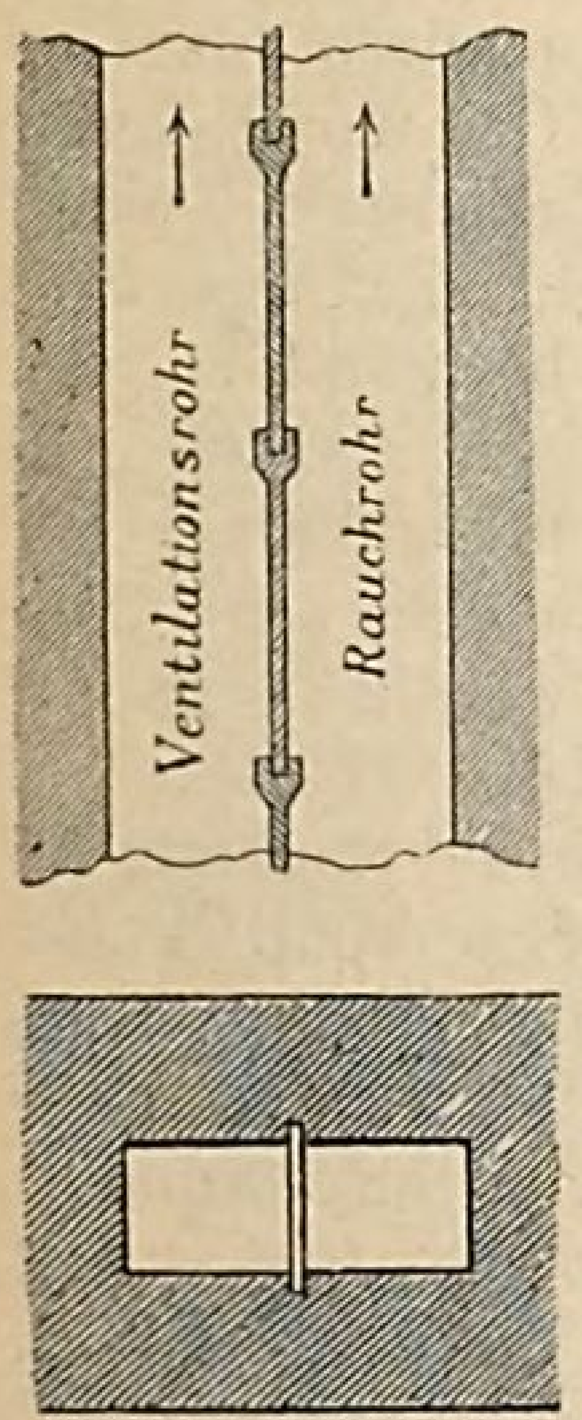


Fig. 5168.

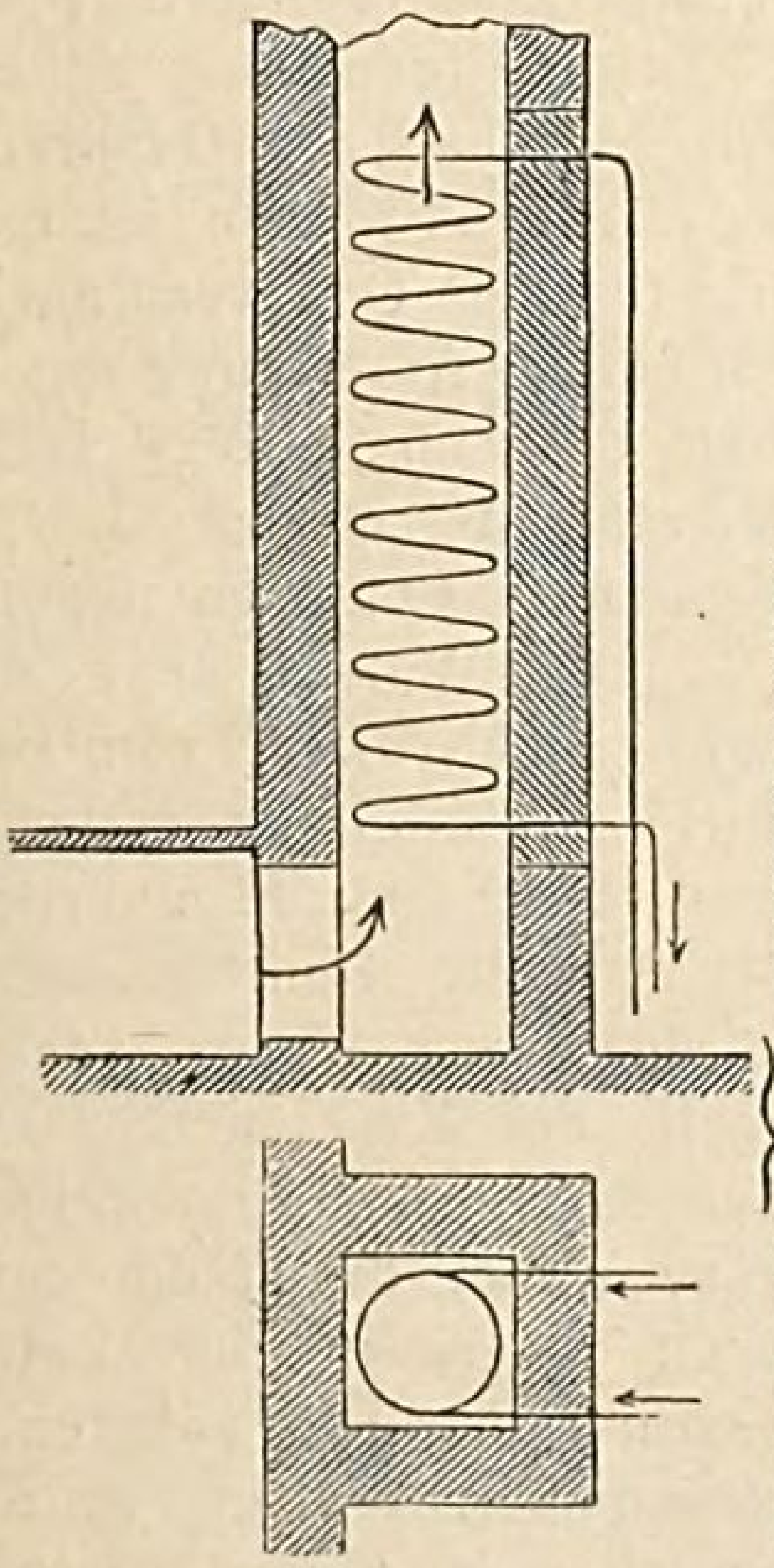


Fig. 5169.

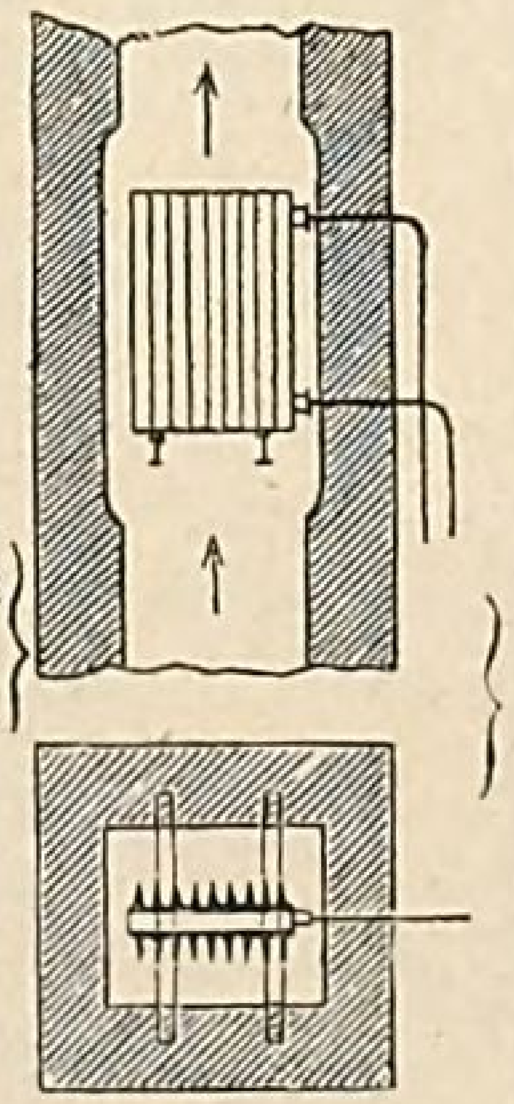


Fig. 5167.

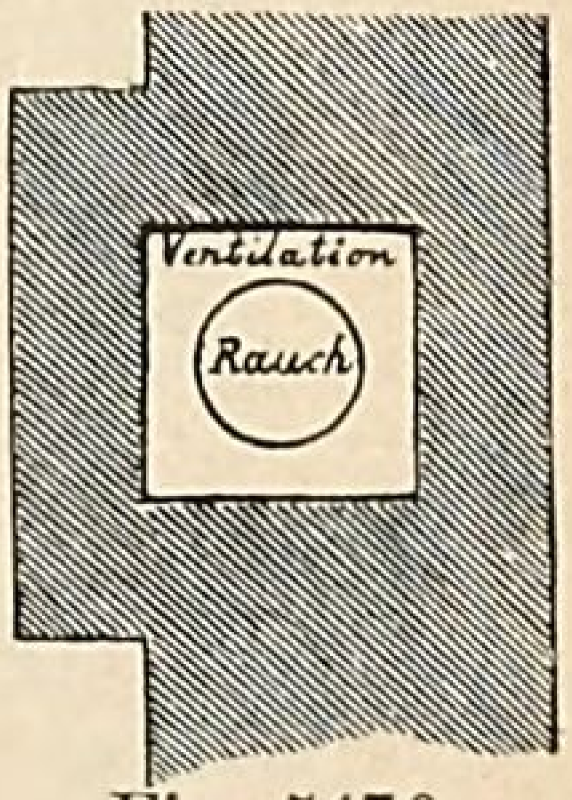
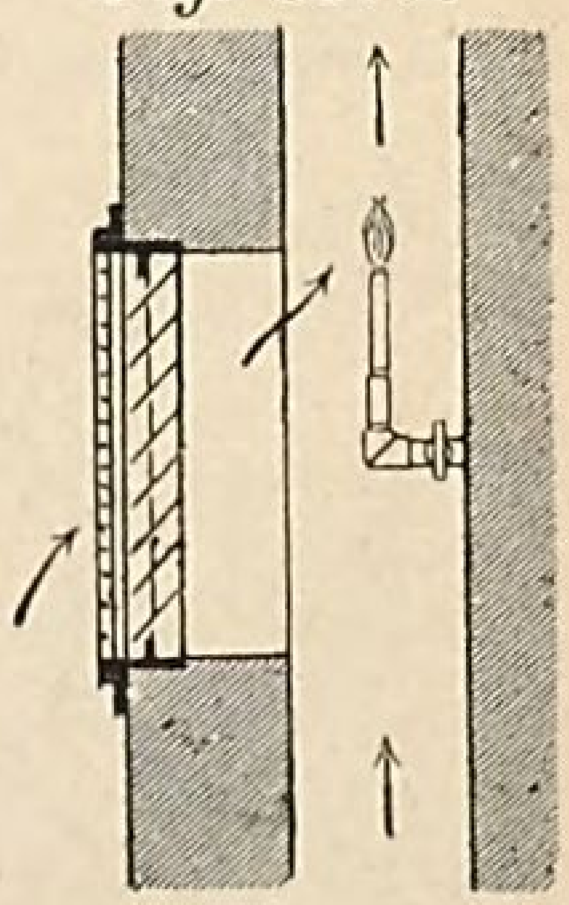


Fig. 5170.



Luftabzugsschlote oder Ventilationsschächte.

und trennt ihn von letzterem durch gegossene eiserne Platten, wie in Fig. 5166 dargestellt ist. Oft genügt es auch schon, wenn man das Luftabführungsrohr in einen Schornsteinkasten zwischen 2 benutzte Rauchrohre und von diesen durch $^1/_2$ Stein starke Wangen getrennt, anlegt. Stäbe hat beobachtet, dass die Luft in einem solchen Ventilationsrohre von $+19^0$ auf $+27{\cdot}5^0$ gestiegen ist. Eine andere

beliebte Erwärmungsart ist in Fig. 5167 angegeben. Es werden hierbei die Feuergase eines Ofens in einem gusseisernen Rohre innerhalb eines weiten quadratisch gemauerten Canales abgeführt. Dieses Eisenrohr erwärmt dann die umgebende Luft und diese wird von der kühleren Zimmerluft emporgehoben. Ist ein Gebäude mit einer Centralheizung versehen, so kann man die Abführungsrohre dadurch erwärmen, dass man z. B. eine Heizschlange oder ein Heizregister in den Ventilationsschlot legt, wie in den Fig. 5168 und 5169 angedeutet ist.

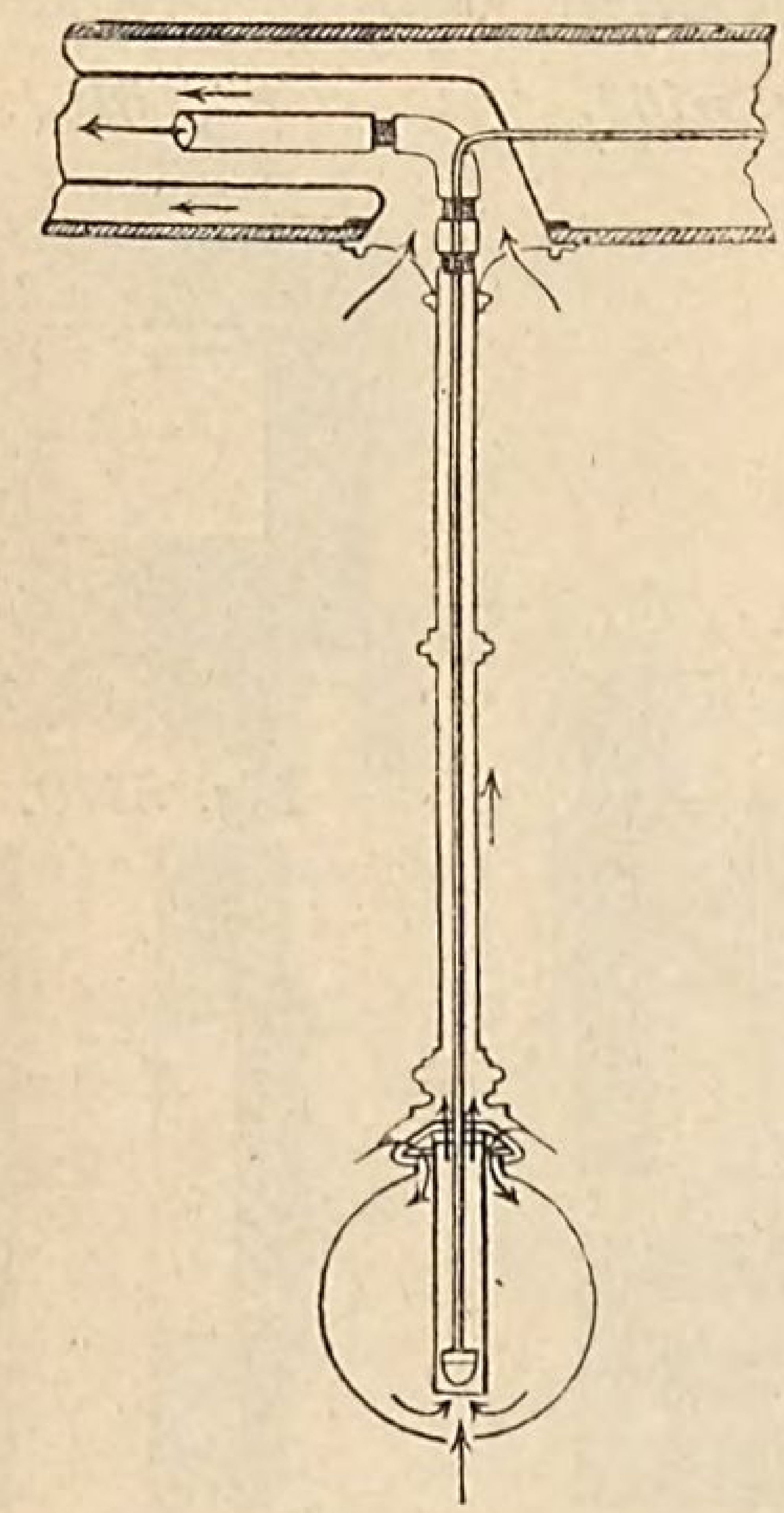
Sehr gebräuchlich ist die Anwendung des Leuchtgases. Die einfachste Einrichtung ist die, in dem Luftcanale (nicht vor demselben) eine Gasflamme anzubringen, vgl. Fig. 5170. Empfehlenswerth ist hierfür die Anwendung des Bunsen'schen Brenners, der zwar keine Leucht- aber eine um so grössere Heizkraft besitzt.

Stäbe gibt in seiner Preisschrift über die zweckmässigsten Ventilationssysteme als Resultate seiner Untersuchungen über die Anwendung des Leuchtgases in einem Canale von $0{\cdot}055^{qm}$ das Folgende an:

Die Zimmertemperatur betrug $+18{\cdot}1^0$ C., die Temperatur der Luft im Abflusscanale oberhalb der angezündeten Gasflamme betrug: bei einer Gasflamme $28{\cdot}7^0$ C., bei zwei Gasflammen $36{\cdot}8^0$ C., bei drei Gasflammen $41{\cdot}8^0$ C., bei vier Gasflammen $46{\cdot}2^0$ C.

Diese Zahlen sind jedoch auf andere Fälle nicht direct übertragbar, können auch für eine Geschwindigkeitsberechnung nicht ohne Weiteres angewendet werden, da hiefür die mittlere Temperatur im Canale in einer grösseren Höhe, nahe an der Ausmündung massgebend ist. Diese Temperatur kann man als Grundlage für Berechnungen nach den örtlichen Verhältnissen, Weite des Rohres, Möglichkeit grösserer oder geringerer Abkühlung nur schätzen, eine Schätzung ist auch nur nöthig, da ja auch die äussere Temperatur beständig schwankt.

Fig. 5171.



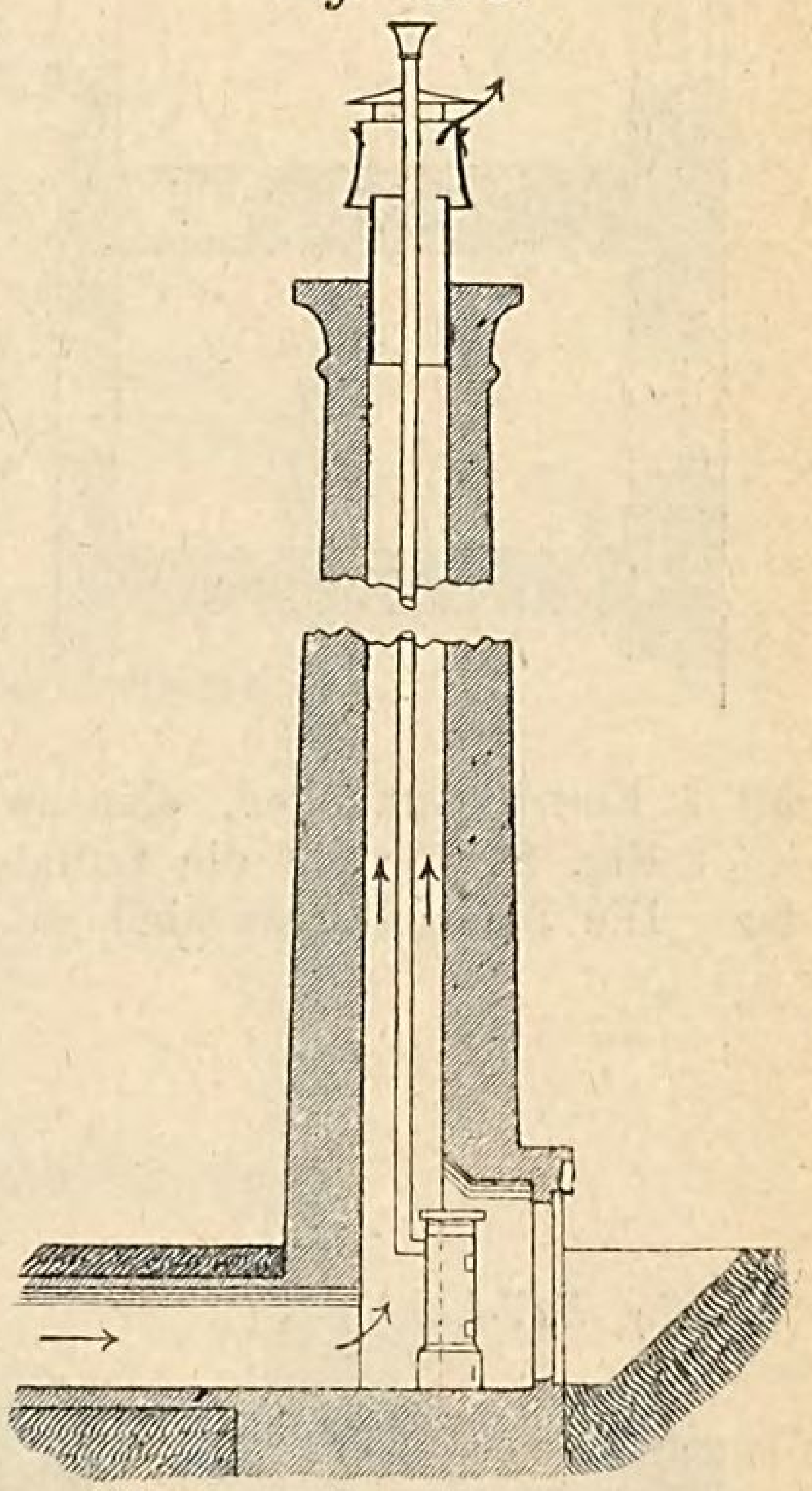
Im Allgemeinen kann man annehmen, dass ein gewöhnlicher Gasbrenner oder ein Bunsen'scher Brenner je nach der Grösse 0·15 bis $0{\cdot}22^{cbm}$ Gas verbraucht und dass man bei rationeller Anordnung mit 1^{cbm} Gas durchschnittlich 600 bis 800^{cbm} Luft fortbewegen kann. Hieraus liesse sich die Anzahl der anzuwendenden Gasflammen ungefähr bestimmen.

Die Wärme des Leuchtgases nützt man häufig auch direct vom Beleuchtungskörper her zur Ventilation aus, indem man über den Flammen Blechschirme anbringt, welche in 25 bis 50^{mm} weite Röhren ausmünden. Hierher gehören ihrem Wesen nach die in England an Stelle der Kronleuchter benützten Ventilations-Globes Fig. 5171, welche die Verbrennungsgase direct durch ein aufwärts gehendes Rohr nach einem in der Balkenlage angeordneten Ventilationsrohre ableiten. Sonnenbrenner und Regenerativbrenner werden in den meisten Fällen mit Einrichtungen zum Abführen der Verbrennungsproducte versehen. Erstere sind Gasbeleuchtungskörper, welche aus einzelnen, auf concentrischen und pyramidal geordneten Ringen befestigten Brennern bestehen. Die einzelnen Flammen werden gewöhnlich horizontal brennend angeordnet. Da diese Sonnenbrenner Kronleuchter ersetzen sollen und in den meisten Fällen unmittelbar unter der Decke angebracht werden, so wird der oberhalb der Gasflammen angebrachte, weisslackirte oder

metallisch blanke kugelförmige Schirm in einfachster Weise oben mit einem verticalen Abzugsrohre versehen, das in's Freie oder nach einem Ventilationsschlote ausmündet. Dieses Abzugsrohr wird von den hindurchströmenden Verbrennungsgasen so erhitzt, dass man es noch mit einem Mantelrohre umgeben, dieses an der Decke in einer mittelst durchbrochener Rosette angebrachten Oeffnung mit der Zimmerluft verbinden, und gleichfalls nach aussen leiten kann. Es wird also dann noch die Wärme der Verbrennungsgase zur weiteren Ventilation ausgenützt.

Bezüglich der Sammelcanäle bei Aspirations-System ist noch anzuführen, dass dieselben an jeder Stelle mindestens einen Querschnitt haben müssen, gleich der Summe der Querschnitte aller stromaufwärts in sie mündenden Rohre, sie müssen daher auch in diesem Verhältnisse in ihren Dimensionen zunehmen, je näher sie dem Hauptsammler kommen. Zur Erzeugung der Luftbewegung in diesen Sammelcanälen muss der Hauptabführungsschlot mit einer ausreichend kräftigen Wärmequelle versehen werden. Man bringt dies durch Anlagen hervor, wie sie in den Figuren 5166—5170 gegeben sind, nur in entsprechend grösseren Dimensionen. Man kann in einem solchen Hauptschlote ausser den oben erwähnten Heizschlangen oder Heizregistern entweder einen grossen eisernen Ofen aufstellen, Fig. 5172, oder, wenn es sich um eine vorübergehende Inbetriebsetzung handelt, einen gefüllten brennenden Coakskorb, wie solche zum Austrocknen von Gebäuden häufig gebraucht werden, in den Schlot setzen. Mit Hilfe des Hautabsaugeschlotes vermag man daher auch in der warmen Jahreszeit zu ventiliren, wenn man die angebrachte Heizvorrichtung in Thätigkeit setzt.

Fig. 5172.



Hauptabführungsschlot.

Um die einzelnen Sammelcanäle nach dem Hauptschlote zu führen, gibt es 3 Methoden:

1. Man führt sämmtliche Abführungscanäle nach dem Dachgeschosse, sammelt dieselben hier gruppenweise durch geneigt oder annähernd horizontal liegende Sammler und führt diese nach dem vertical aufsteigenden Hauptschlote, der im Dachboden mit einer Wärmequelle versehen ist, oder

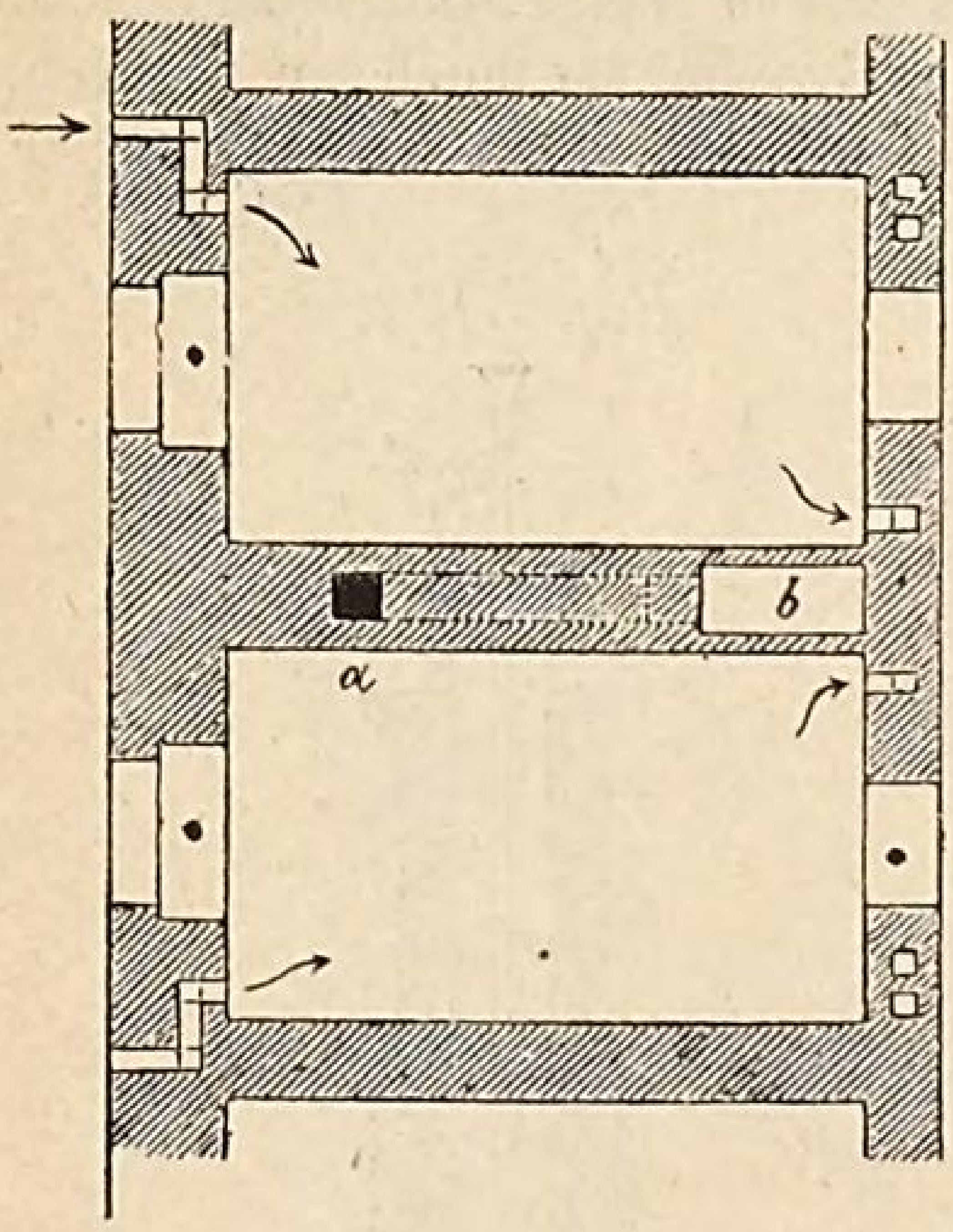
2. man führt die ersteren Canäle in der Decke jeder Etage in horizontaler Richtung nach daselbst angelegten horizontalen Sammelcanälen und diese nach dem vom untersten Geschosse aus beginnenden Hauptschlote, oder

3. man führt die Canäle statt senkrecht nach oben, senkrecht nach unten nach Sammelcanälen im Kellergeschoss, welche entweder unter dem Fussboden oder über dem Gewölbe desselben liegen und leitet diese nach dem Hauptschlote.

Von diesen Methoden ist die erste die einfachste, aber ungünstig, weil der Hauptsammelschlot von seiner im Dachboden belegenen Wärmequelle aus nur sehr geringe Höhe hat; er besitzt also nicht die Kraft wie ein im Keller beginnender Schlot, denn die Geschwindigkeit des Luftzuges wächst (vgl. Formel I) mit der Quadratwurzel aus der Höhe, und ferner feuergefährlich wegen der Lage der Wärmequelle im Dachgeschosse. Die 2. Methode ist im Effecte die günstigste, aber in den meisten Fällen nicht leicht ausführbar. Die dritte steht bezüglich der Leistungsfähigkeit bei sonst gleichen Verhältnissen zwischen den beiden ersteren, sie hat für die praktische Ausführung den Vortheil, dass die grösste Anzahl von Röhren nicht, wie bei der ersten Methode, in den Wänden des obersten

Geschosses, sondern in den dickeren Erdgeschoss-, resp. Kellerwänden zu liegen kommt. Eine Luftabführung tritt bei der Methode 3 nur ein, wenn der Hauptschlot geheizt wird, während die beiden ersteren Methoden im Winter auch schon bei ungeheiztem Sammelschlote functioniren.

Fig. 5173.



Für die beiden unter 1 und 3 genannten Methoden sei als Beispiel die in der Zeitschrift für Bauwesen, Berlin 1871, mitgetheilte Ventilation der Strafanstalt in Plötzensee bei Berlin hier angeführt. Fig. 5173 ist der Grundriss einer Zelle. Fig. 5174 der Durchschnitt der Fensterwand derselben. Eine Zuführung erwärmter Luft findet im vorliegenden Falle nicht statt. In der äusseren Umfassungswand ist für jede Zelle ein ⅃-förmiger Canal angelegt, welcher unten in's Freie, oben in die Zelle mündet und nur $^1/_2$ Stein von der Innenwand entfernt angeordnet ist, so dass die einströmende kalte Luft wenigstens eine mässige Vorwärmung erfährt, da an dieser Stelle die Heisswasser-Centralheizkörper angebracht sind. Der Canal kann durch eine Drosselklappe abgeschlossen werden. Die Luftabführungscanäle liegen diagonal den Zuführungscanälen gegenüber und sind für Sommer- und Winterventilation mit 2 Eintrittsöffnungen, eine an der Decke, die andere am Fussboden versehen.

Fig. 5175 stellt die Luftabführung in einem Flügel der Anstalt nach unten dar. Die Sammelcanäle sind in Höhe des Kellergewölbes (für andere Gebäude

Fig. 5174.

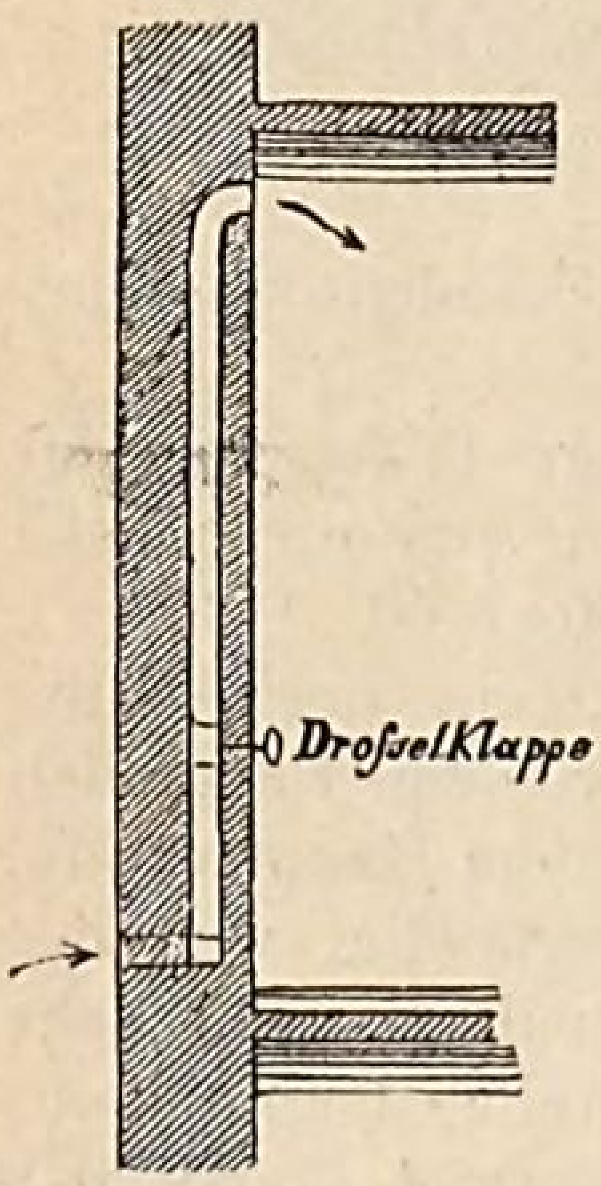
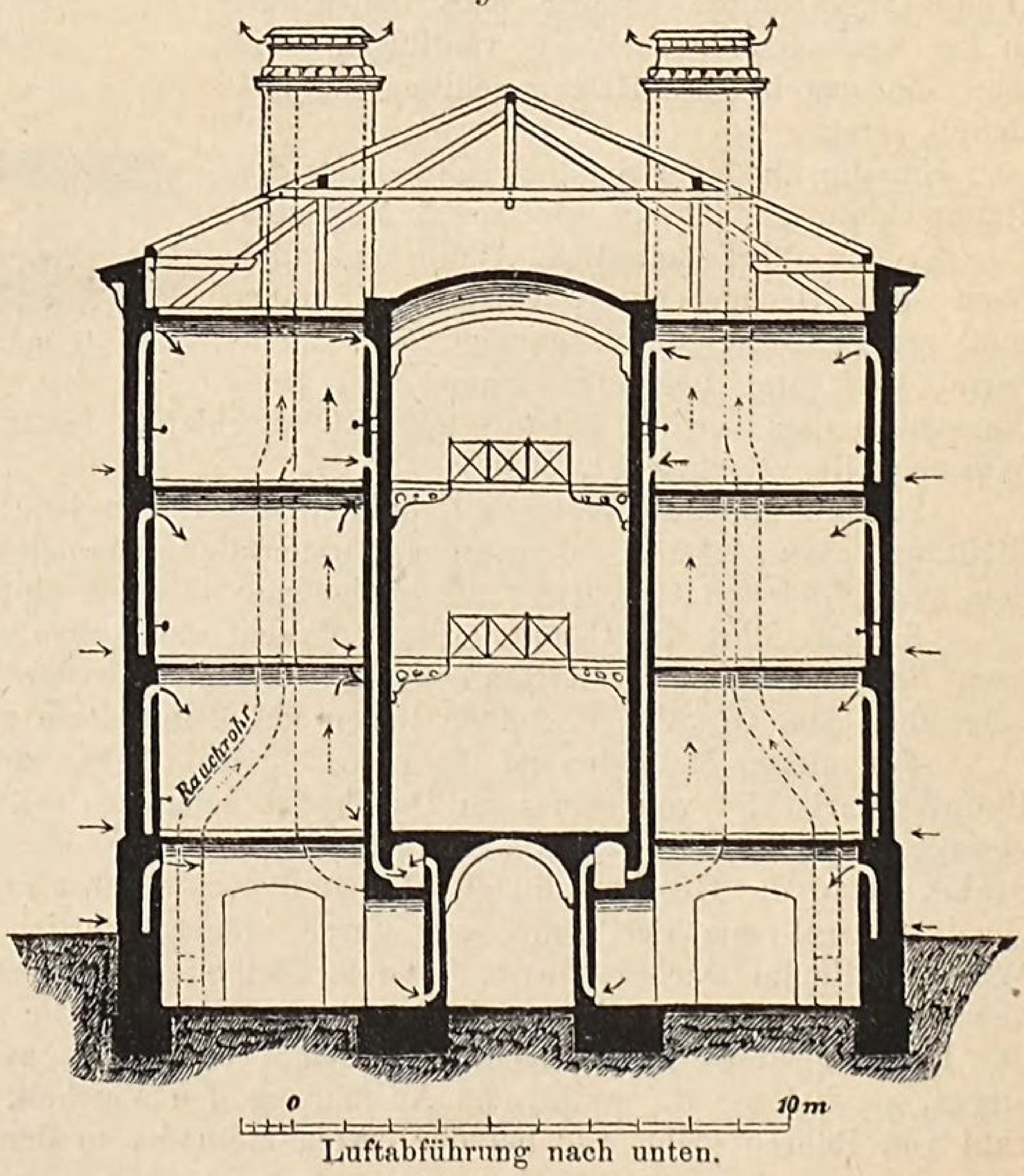


Fig. 5175.

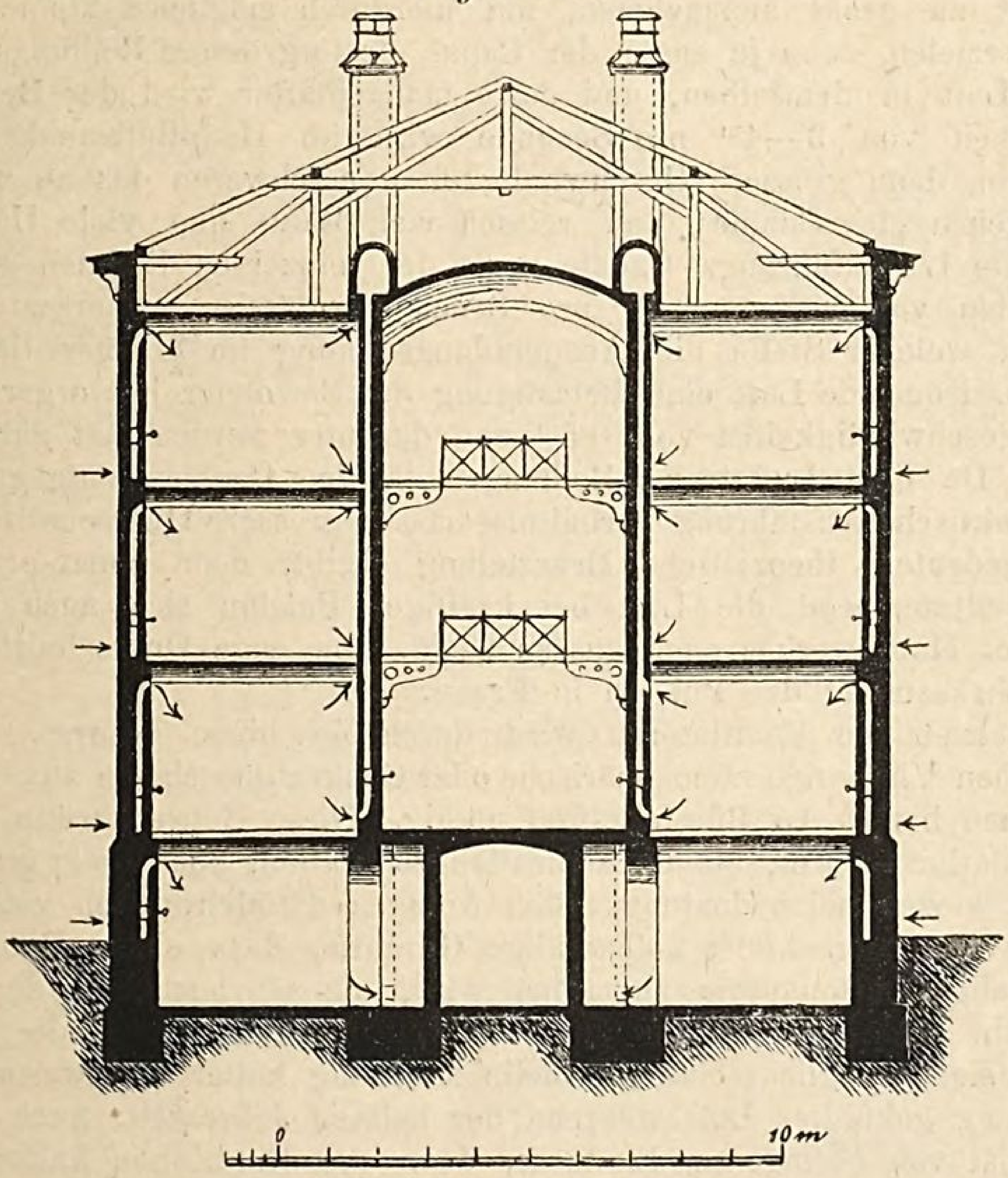


Luftabführung nach unten.

können dieselben auch unter der Kellersohle hergestellt werden) angelegt und münden nach den Hauptabführungsschloten in gleicher Höhe aus. Unmittelbar neben den letzteren liegen die Rauchröhren der Heisswasserheizung und diese sind im Erdgeschosse und im ersten Stockwerke durch eine gemauerte, in den höheren Geschossen durch eine eiserne Wange von dem Hauptventilationsschlote getrennt. Zur Verstärkung der Aspiration sind in den Ventilationsschloten noch besondere Heizspiralen eingelegt.

Bei der nach Fig. 5176 dargestellten Luftabführung nach oben werden die Canäle zu grösseren Sammlern im Dachgeschosse geleitet, welche nach den Haupt-

Fig. 5176.



Luftabführung nach oben.

schloten führen. Die Sammler sind hier gemauert, es ist aber auch angängig, dieselben aus sorgfältig und luftdicht geschlossenen, inwendig mit Zinkblech ausgelegten Holzkästen herzustellen.

Bei unvollkommenen Ventilationsanlagen begnügt man sich auch, die Ventilationscanäle unter dem Dache münden zu lassen, es ist dies aber nicht empfehlenswerth, weil bei einer solchen Ventilation eine Erwärmung des Hauptventilationsrohres ausgeschlossen, eine Luftabführung daher in der warmen Jahreszeit nicht möglich ist.

II. Pulsions-Ventilation. Diese benutzt zur Erzeugung der Luftbewegung maschineller Hilfskräfte, mittelst deren die Luft mit Gewalt in die Luftleitungscanäle hineingetrieben wird. In den weitaus meisten Fällen geschieht nur eine Luftzuführung mit maschineller Kraft, für die Luftabführung wird das Aspirationssystem angewendet, in Ausnahmsfällen auch gar nichts gethan, weil die eingepresste frische Luft ohnehin sich ihren Ausweg suchen muss. Die frische Luft wird dem Gebäude genau, wie bei der Aspirationsventilation und nach denselben Grundsätzen durch

einen möglichst an 2 Gebäudefronten beginnenden Frischluftcanal zugeführt, von dem aus sich die einzelnen Canäle nach den verschiedenen Räumen abzweigen. In diesem Frischluftcanale liegt der Ventilator, welcher die Luft zur Erwärmung an den Heizkörpern vorbei oder auch durch die daselbst zur Reinigung, Kühlung und Befeuchtung aufgestellten Apparate treibt. Bei der Anwendung der Ventilatoren richtet sich die Berechnung der Ventilationsanlage nach Folgendem: Man sucht zunächst die Luftquanten, die der Summe aller einzelnen Räume secundlich zuzuführen sind, hat daher einen Ventilator zu wählen, der diese Leistungsfähigkeit besitzt, man findet alsdann die Geschwindigkeiten aus den Canalquerschnitten, die man anwenden möchte uud hat noch das gegenseitige Verhältniss der beiden letzteren abzuwägen. Hierzu sei angeführt, dass man sich hüten muss, die Geschwindigkeit zu gross anzunehmen, um hierdurch möglichst kleine Canalquerschnitte zu erzielen, denn je enger der Canal, desto grössere Reibungswiderstände erfährt die Luft in demselben, und desto mangelhafter wird der Betrieb. Eine Geschwindigkeit von 3—4^{m} pro Secunde wird im Hauptluftcanale schon das Maximum sein, denn grössere Geschwindigkeiten erschweren das ab und zu nothwendige Begehen des Canales und reissen viel Staub und viele Unreinigkeiten mit. Für die Luftzuführungs-Canäle nach den einzelnen Räumen sind Luftgeschwindigkeiten von höchstens 2^{m} pro Secunde zulässig, wobei zu berücksichtigen ist, an welcher Stelle die Ausmündungsöffnung im Zimmer liegt, und ob durch die ausströmende Luft eine Belästigung der Bewohner hervorgerufen werden kann. Luftgeschwindigkeiten von 0·5^{m} und darunter werden fast gar nicht mehr empfunden. Da dem Luftstrome Reibungen in den Canälen entgegenstehen, so muss die praktische Ausführung verhältnissmässig grössere Querschnitte anwenden, als die angedeutete theoretische Ermittelung ergibt, denn sonst erwachsen ungünstige Resultate, weil die Luft bei kräftiger Pulsion sich auch Wege durch die Poren des Mauerwerkes nach aussen sucht. Zu enge Querschnitte setzen oft die ganze Wirksamkeit der Pulsion in Frage.

Der Betrieb der Ventilatoren wird durch Maschinen besorgt. Für kleine Anlagen reichen $^{1}/_{2}$pferdige atmosphärische oder Gaskraftmaschinen aus, für grössere sind Maschinen bis zu 15 Pferdekräften nöthig. Diese Betriebskräfte machen die Pulsionsventilation theurer, als die Aspirationsventilation, aber die grossen Vortheile der ersteren wiegen bei bedeutungsvollen Anlagen die Mehrkosten vollständig auf. Die Pulsionsventilation bietet vollständige Garantie, dass einem Raume wirklich das nothwendige Luftquantum zugeführt wird, sie ist bezüglich der Leistungsfähigkeit nicht abhängig von der äusseren Lufttemperatur, wie die Aspirationsventilation, sie ermöglicht eine rationelle Mischung kalter und warmer Luft und eine Zuführung gekühlter Luft während der heissen Jahreszeit. Auch die spontane Ventilation ist von geringerem Einflusse, denn das Eindringen kalter Luft durch Thür- und Fensterritzen wird bedeutend gemildert. Bei der Pulsion ist die Anlage einer Luftabführung theoretisch eigentlich nicht nöthig, dieselbe soll indessen nie verabsäumt werden, weil sonst schon durch Oeffnen von Thüren und Fenstern Störungen in dem gleichmässigen Betriebe entstehen, und weil die Luft z. B. aus Aborten sich den Weg nach Räumen suchen würde, wo dieselbe sofort unangenehm empfunden wird. Bei Aborten u. s. w. soll man sogar dafür sorgen, dass das abzuführende Luftquantum grösser bemessen wird, als das zuzuführende, um den angedeuteten Uebelstand zu vermeiden.

Das zur Luftabführung angewendete Aspirationssystem wird nur dann geheizt, wenn die Aussentemperatur gleich hoch oder höher ist, wie die Zimmertemperatur. In sehr vielen Fällen wird die Anlage der Pulsions- und Aspirationsventilation (Abgeordnetenhaus und das provisorische Reichstagsgebäude in Berlin) so verbunden, dass bei niedriger Aussentemperatur im Winter die letztere allein wirkt, gewöhnlich von —5^{0} R. ab und dass die erstere erst bei höherer Temperatur der Aussenluft in Thätigkeit gesetzt wird.

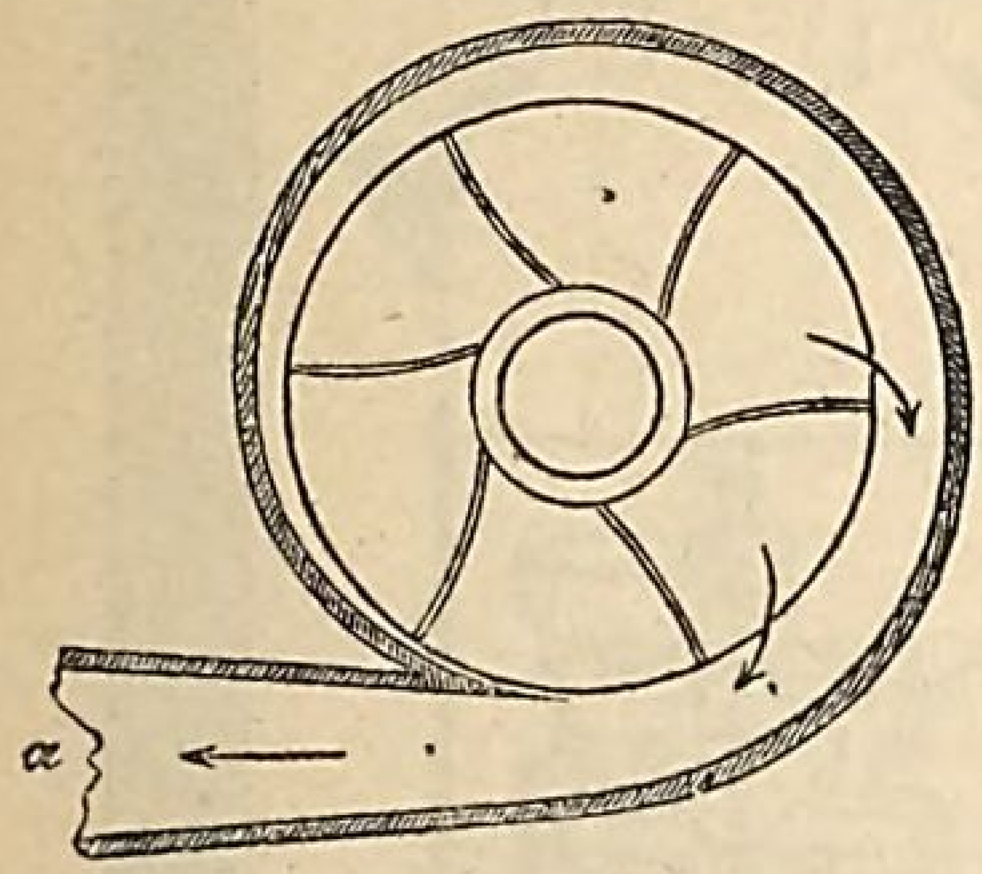
Zur Luftabführung wendet man auch das Saugeverfahren vereinzelt an. Bei diesem wird eine künstliche Absaugung der Ventilationsluft durch Exhau-

storen oder Gebläse im Hauptabführungsschlote vorgenommen. Hierdurch entsteht eine Luftverdünnung, welche die schlechte Luft aus den Räumen buchstäblich aussaugt.

Die Apparate zum Betriebe der Pulsion sind entweder Flügelventilatoren oder Schraubenventilatoren oder comprimirte Luft.

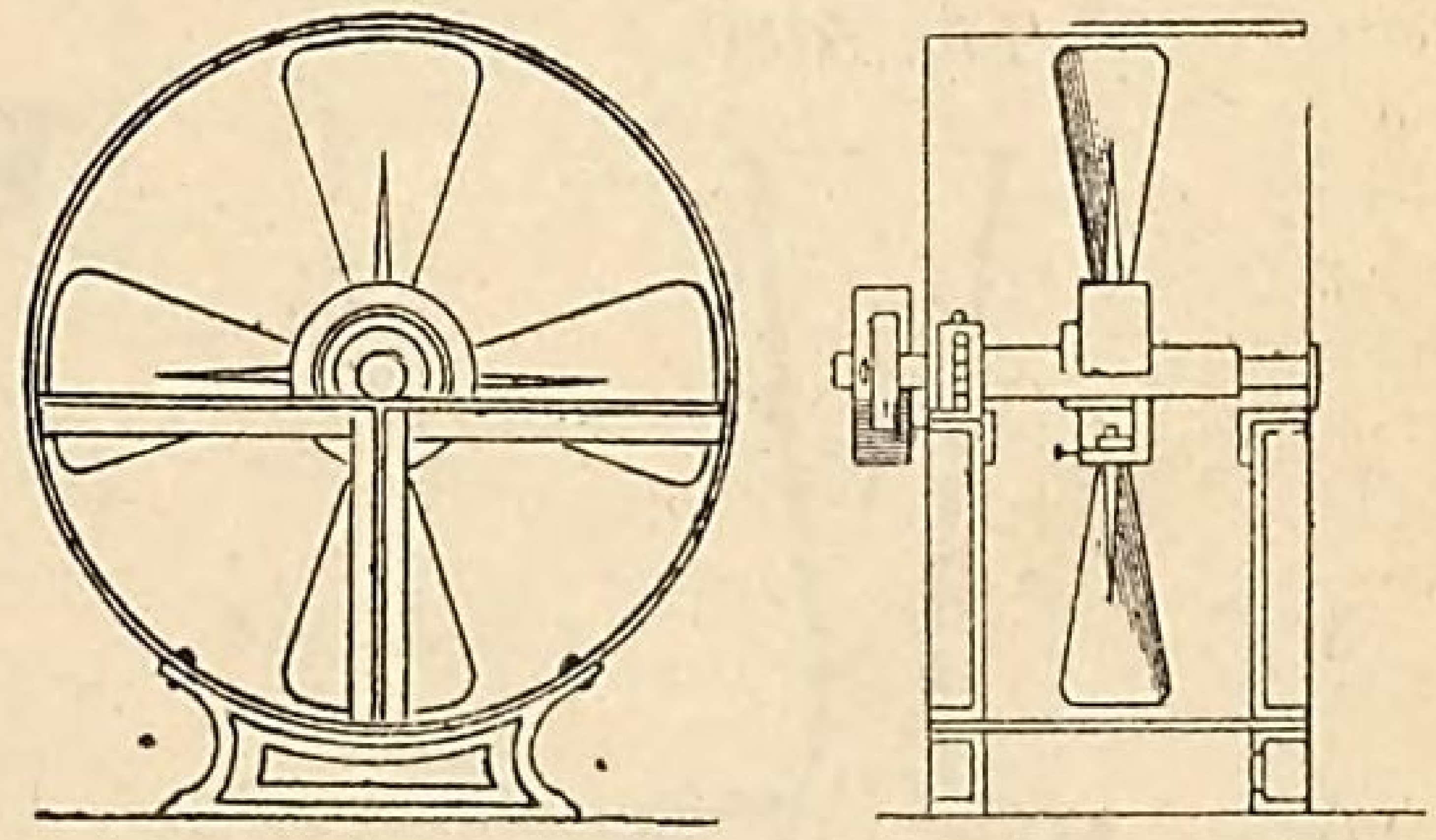
Die Flügelventilatoren, Fig. 5177, nehmen die Luft an der Achse auf und bewirken zufolge der Centrifugalkraft eine Luftcompression an der Peripherie des Gehäuses und einen Luftstrom in tangentialer Richtung. Die Schraubenventilatoren

Fig. 5177.



Flügelventilator.

Fig. 5178.



Schraubenventilator.

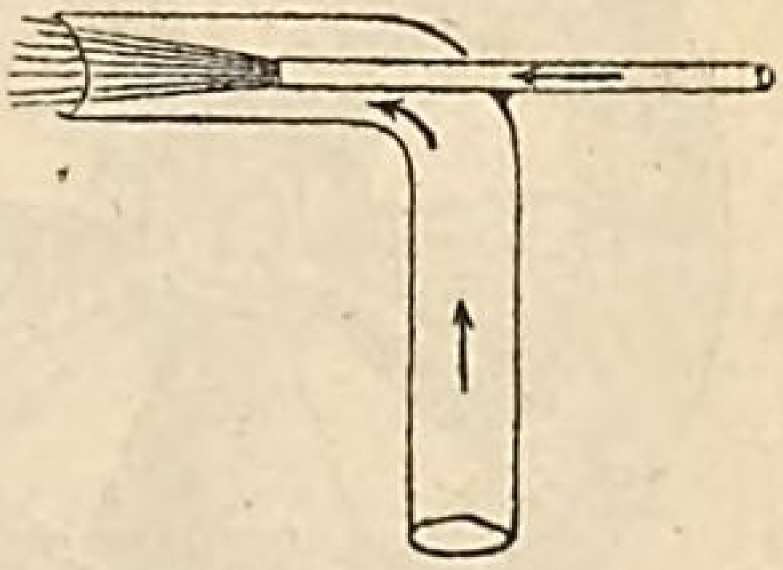
Fig. 5178 wirken wie die Schiffsschrauben und haben nach Art der Windmühlenflügel gestellte Schaufeln. Die ersteren sind die wirksamsten. Beide Arten können auch als Exhaustoren für das Suctionsverfahren angewendet werden, wenn man sie entsprechend umgekehrt aufstellt.

Die Aufstellung des Ventilators geschieht im Keller im Hauptluftcanale, bei Luftheizungen vor der Heizkammer.

Die Berechnung der Grösse und Flügelanzahl der Ventilatoren, sowie der zum Betriebe erforderlichen maschinellen Kraft gehört in das Gebiet des Maschinenbaues. Andeutungsweise sei erwähnt, dass im Wiener Opernhause ein Ventilator von 3·0^{m} Durchmesser im Betriebe ist, welcher in der Minute 100 bis 160 Umdrehungen macht und stündlich bis 12000^{cbm} frische Luft fördern kann.

Die Pulsion mit comprimirter Luft gründet sich auf die Erscheinung, dass der in eine sich erweiternde oder in eine cylindrische Röhre geblasene Luftstrom in Folge der Reibung die in der Röhre befindliche Luft mit sich fortreisst, wie dies Fig. 5179 andeutet. Die Erzeugung des Luftstromes geschieht meist durch doppelt wirkende Luftcompressionspumpen, welche einen continuirlichen Strahl liefern. Diese Methode hat sich wenig bewährt und hat weiteren Eingang nicht gefunden. (Vergl. Artikel Injector IV pag. 505.)

Fig. 5179.



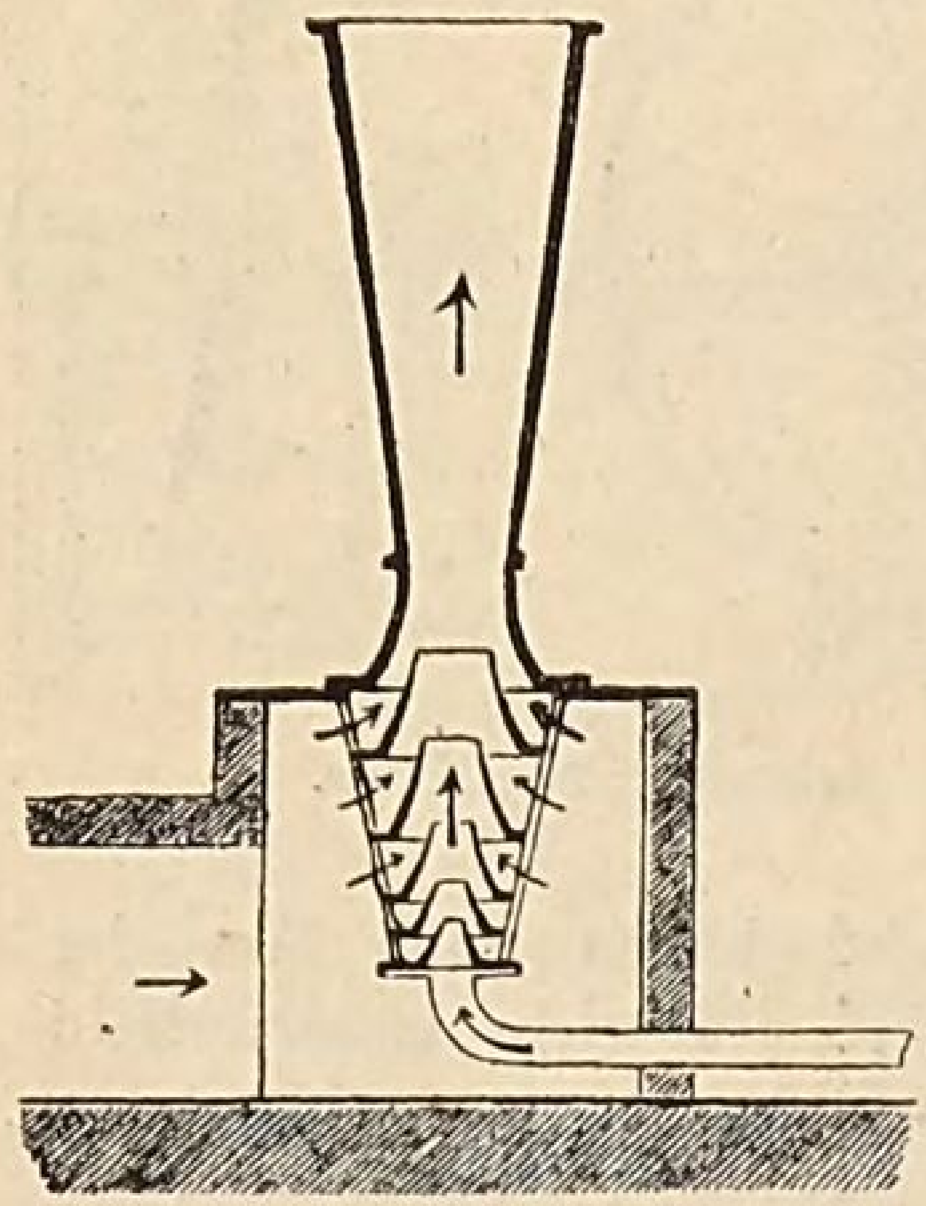
Dasselbe Princip wird auch umgekehrt zur Absaugung angewendet, wobei statt der comprimirten Luft ein Dampfstrahl gewählt werden kann. Ein solcher Apparat von Gebrüder Körting in Hannover construirt, ist in Fig. 5180 dargestellt. Die Förderungskraft soll bei kleinen Apparaten 900—1000^{cbm}, bei grösseren bis 36000^{cbm} in der Stunde betragen, da aber der Betrieb ein starkes Geräusch verursacht, so können die Apparate nur an geeigneten Orten Verwendung finden.

In neuerer Zeit wird auch Wasserkraft zum Betriebe von Ventilatoren und zwar unter Verwendung der Hauswasserleitungen gebraucht. Das Princip ist in der Anwendung sehr einfach. Man lässt das Wasser auf ein Turbinenrad wirken, an dessen Welle ein Schraubenventilator angebracht ist. Beides steckt in einem

Gehäuse, das auf der einen Seite mit der frischen, auf der anderen Seite mit der Zimmerluft in Verbindung steht.

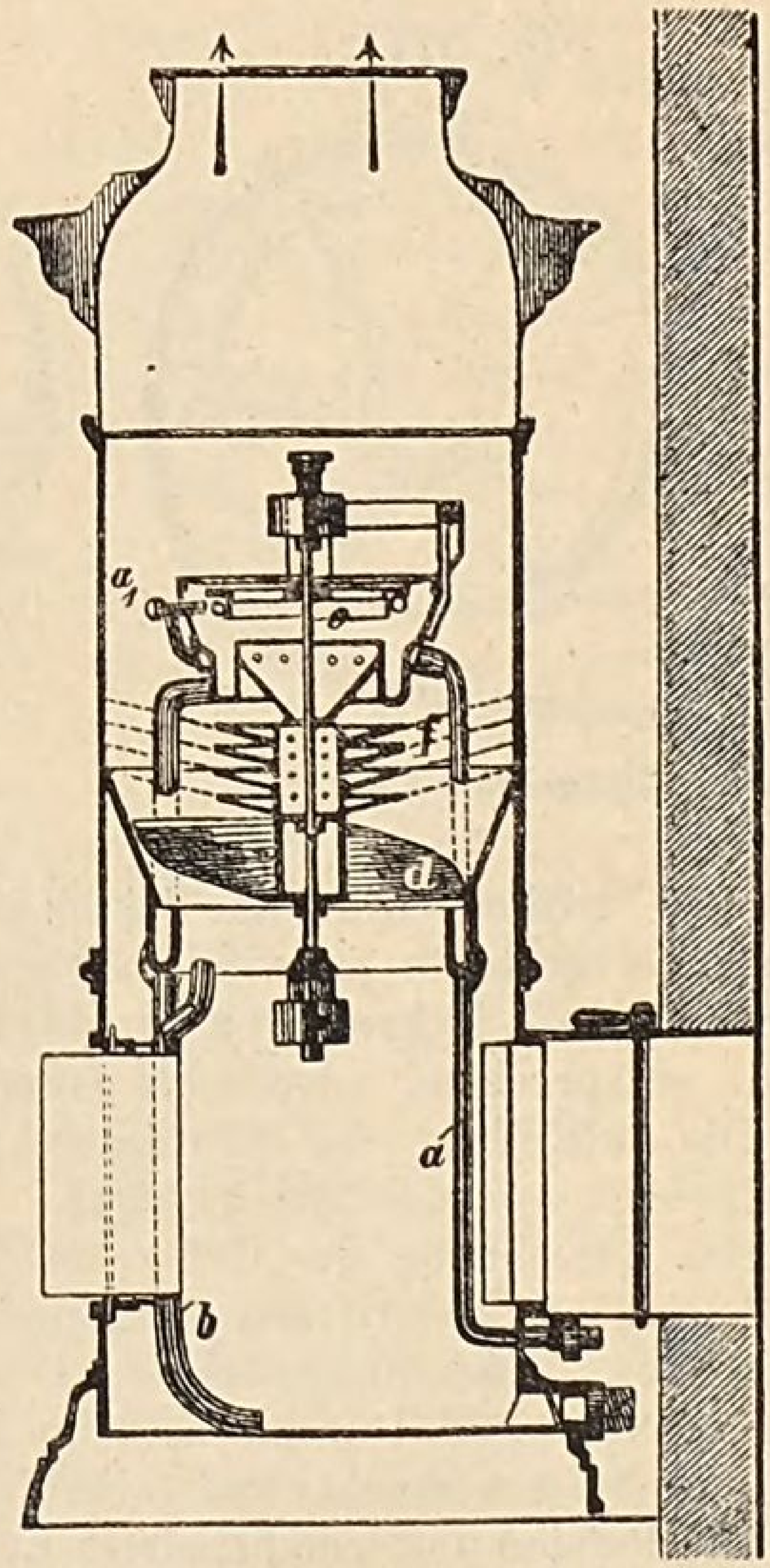
Es sind hier zu nennen der Aërophor von Treutler und Schwarz in Berlin, Fig. 5181. *a* ist die Wasserzuleitung, *b* die Wasserableitung, *c* das Turbinenrad, an dessen Welle sich das Ventilatorrad *d* befindet. Die Düse bei a_1 lässt das Wasser ausströmen und bewegt dadurch das Turbinenrad. Der Mecha-

Fig. 5180.



Körtings Ejector.

Fig. 5181.



Aërophor v. Treutler & Schwarz.

Fig. 5182.

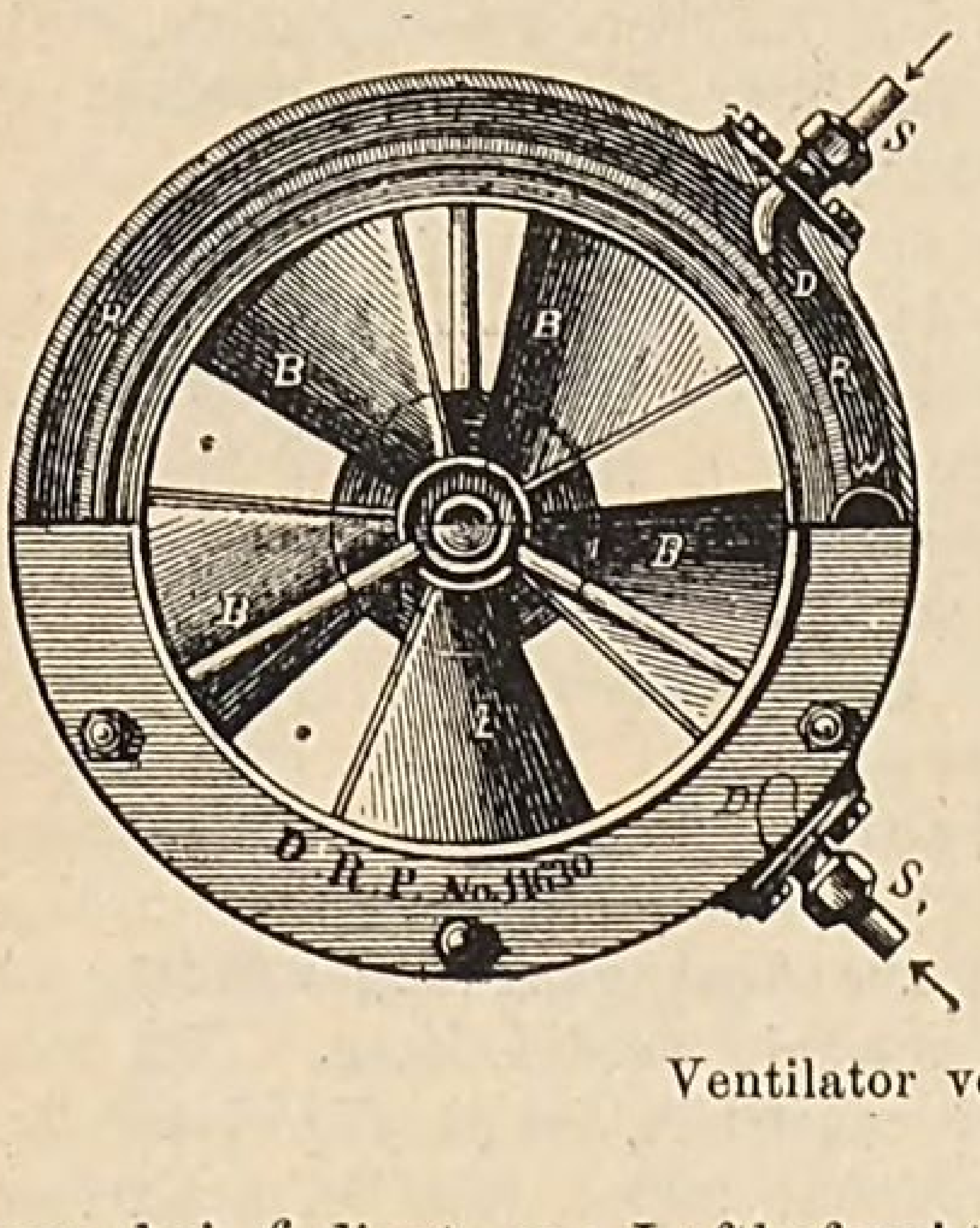
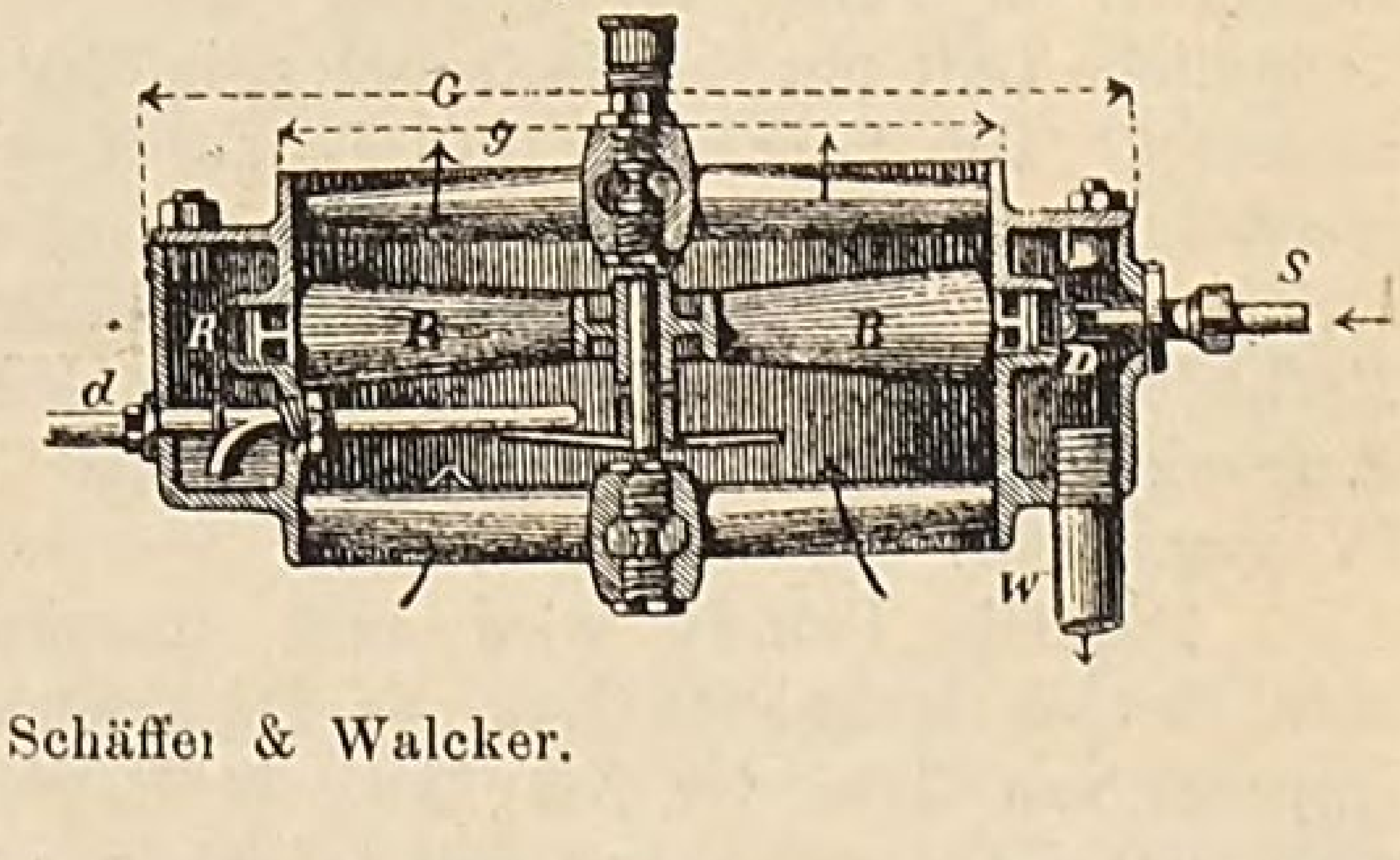


Fig. 5183.

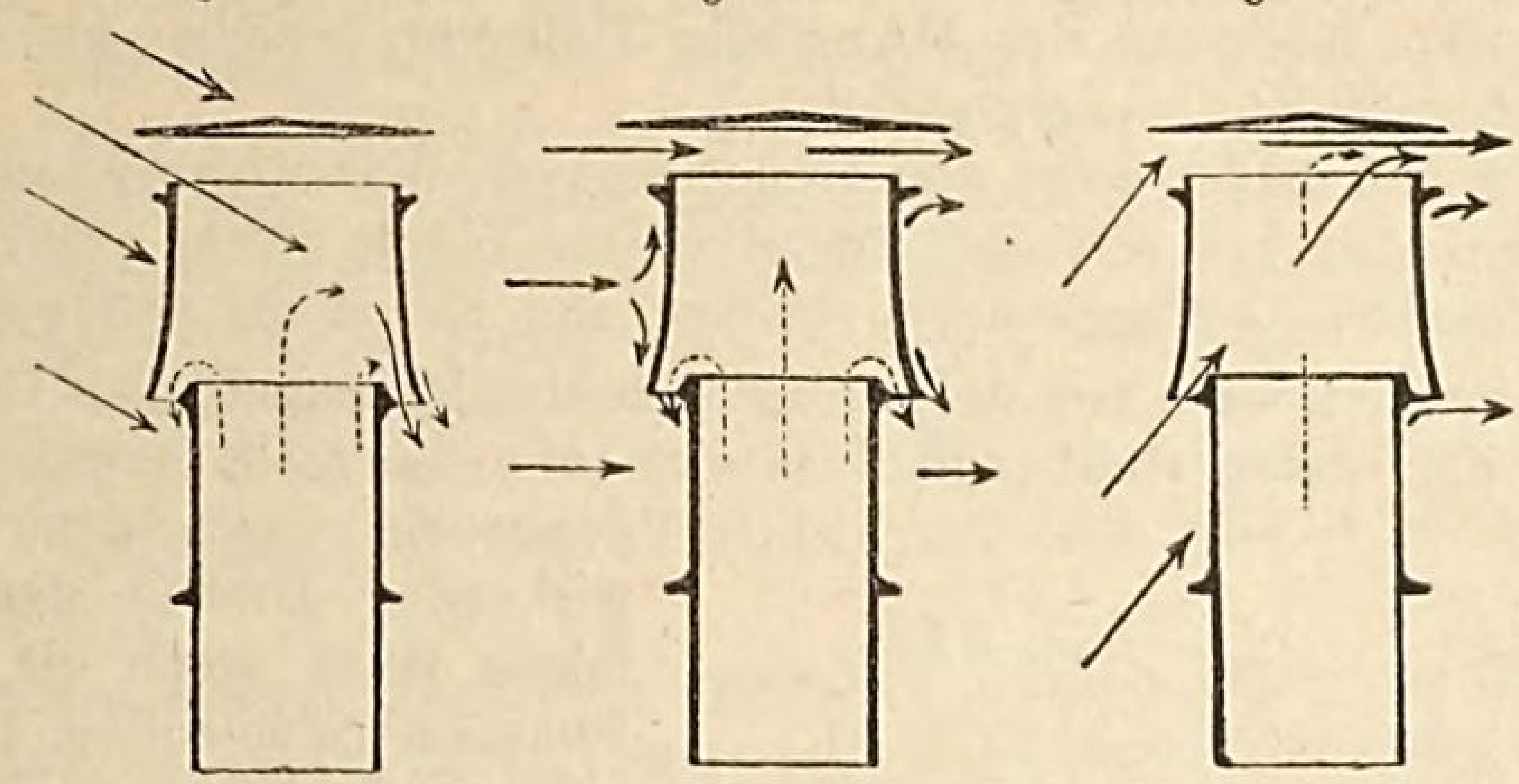


Ventilator von Schäffer & Walcker.

nismus bei *f* dient zur Luftbefeuchtung durch Wasserzerstäubung, welche unter Mitwirkung der Centrifugalkraft vor sich geht. Ferner der Kosmos-Ventilator der Firma Schäffer und Walcker in Berlin, Fig. 5182 und 5183. *S* und S_1 sind die Düsen für die Wasserzuleitung, in entgegengesetzter Richtung gestellt, um durch Oeffnen des einen oder des anderen Hahnes die Drehung des Ventilatorrades und die Wirkung desselben umkehren zu können. *B* ist das Venti-

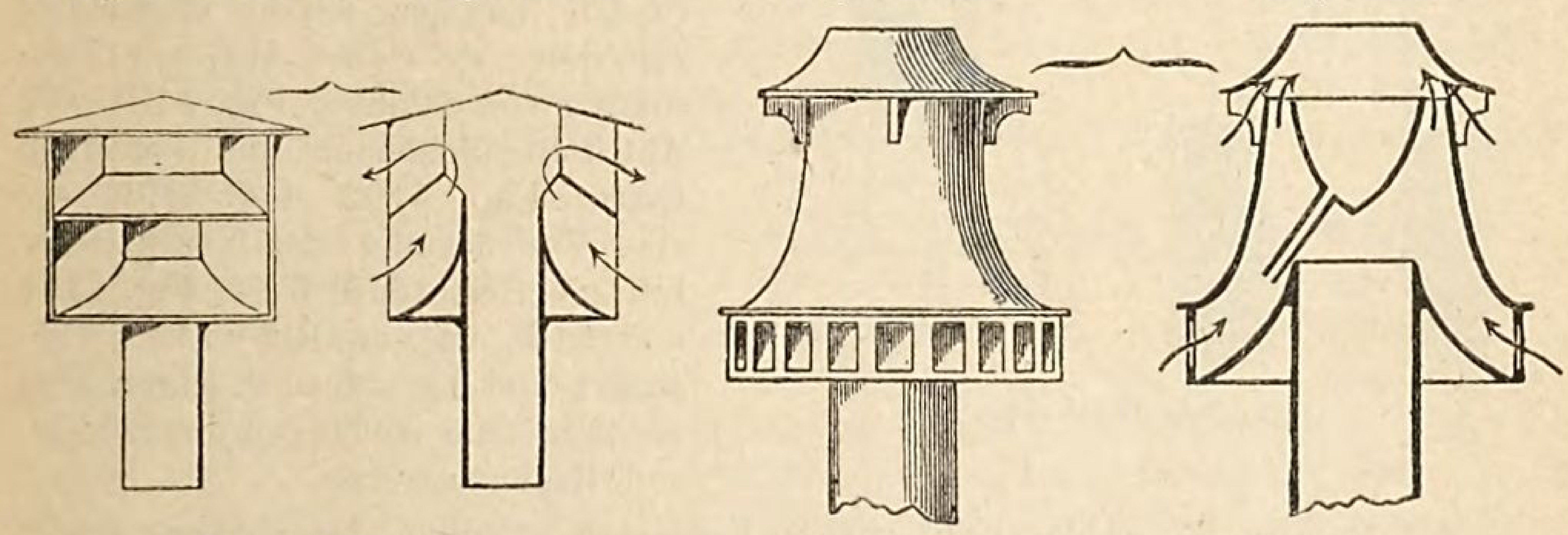
latorrad, R das Turbinenrad, G und g Gehäuse, W die Wasserleitung, r die Zuleitung zur Wasserzerstäubungsvorrichtung s.

Fig. 5184. *Fig. 5185.* *Fig. 5186.*



Wolpert's Saugkopf.

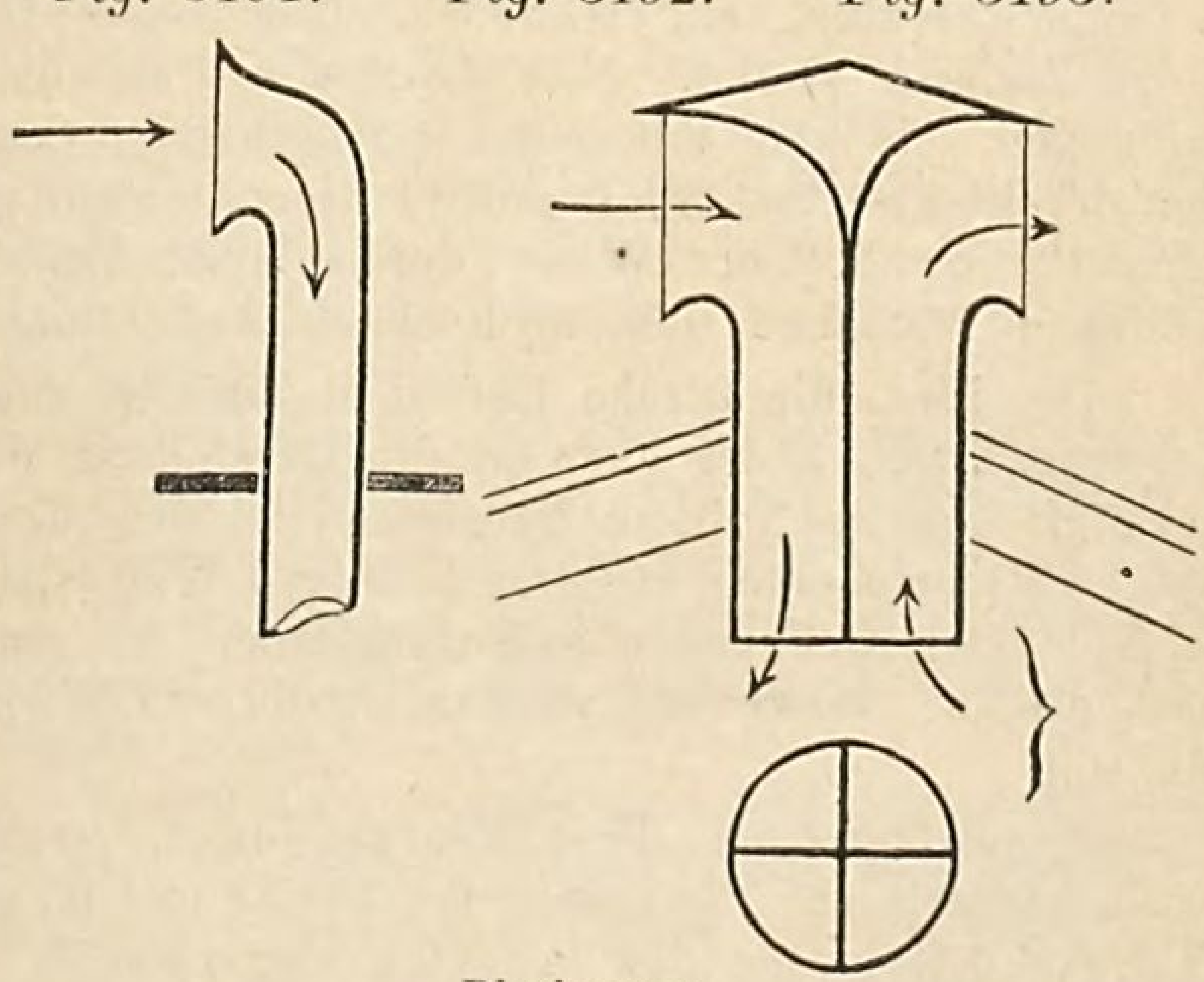
Fig. 5187. *Fig. 5188.* *Fig. 5189.* *Fig. 5190.*



Dorns Deflector. Windhausens Deflector.

Luftsauger.

Fig. 5191. *Fig. 5192.* *Fig. 5193.*



Blaskappen.

Aehnliches erreicht man für diese, nur für kleine Räume erdachten und passenden Apparate durch Anwendung eines Uhrwerkes, das als Betriebsmittel entweder ein Gewicht oder eine Feder benutzt.

Weitere Unterstützung der Ventilation bieten die Aufsätze auf den Mündungen der Ventilationsrohre. Ein Absaugen bewirken die Luftsauger, ein Einführen frischer Luft die Blaskappen. Die Luftsauger müssen eine schädliche Einwirkung des Windes auf die Canalmündung verhindern, sollen vielmehr die Kraft desselben zum Absaugen benützen. Letzteres gründet sich auf folgende Erfahrungssätze: Wird ein Luftstrom unter einem Winkel gegen eine Fläche geblasen, so wird er nicht unter dem Einfallswinkel reflectirt, sondern breitet sich über die ganze Fläche aus und strömt in der Richtung derselben ab. Jeder Luftstrom

reisst in Folge der Reibung die in seiner Nähe befindlichen ruhenden Lufttheilchen mit sich fort. Hieraus erklären sich die vorstehenden Figuren.

Fig. 5184—5186 stellt den Wolpert'schen Saugkopf dar, der sich als Ventilations- oder Rauchrohraufsatz überall glänzend bewährt hat.

In Fig. 5187—5188 ist der Dorn'sche Deflector, welcher auf dem Berliner Rathhause angebracht ist, wiedergegeben.

Fig. 5189 und 5190 zeigt den Deflector von Windhausen u. Büsing in Hannover, der aber bei von oben einfallendem Winde leicht versagt und trotz des oben eingehängten Gefässes durch Schnee und Eis leicht verstopft wird.

Zu bemerken ist, dass von den vielfach im Handel befindlichen Constructionen die einfachsten die besten sind; und dass sich alle die nicht bewährt haben, bei denen ein durch den Wind zu bewirkendes Drehen des Kopfes erfolgen muss, wenn die Apparate in Function treten sollen. Die Drehlager rosten oder russen und schmutzen erfahrungsmässig bald ein.

Fig. 5194.

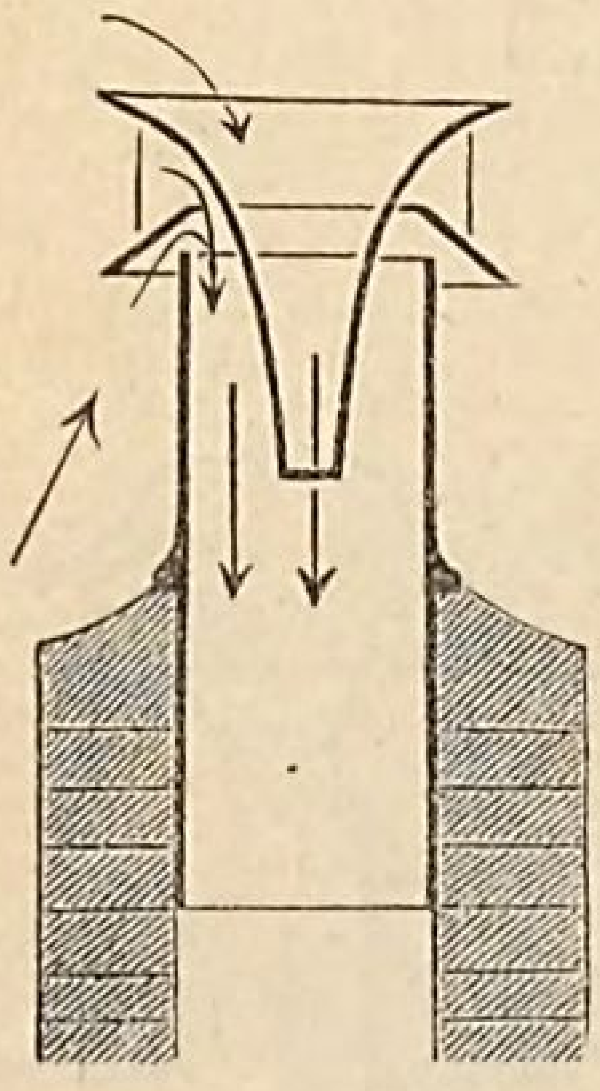
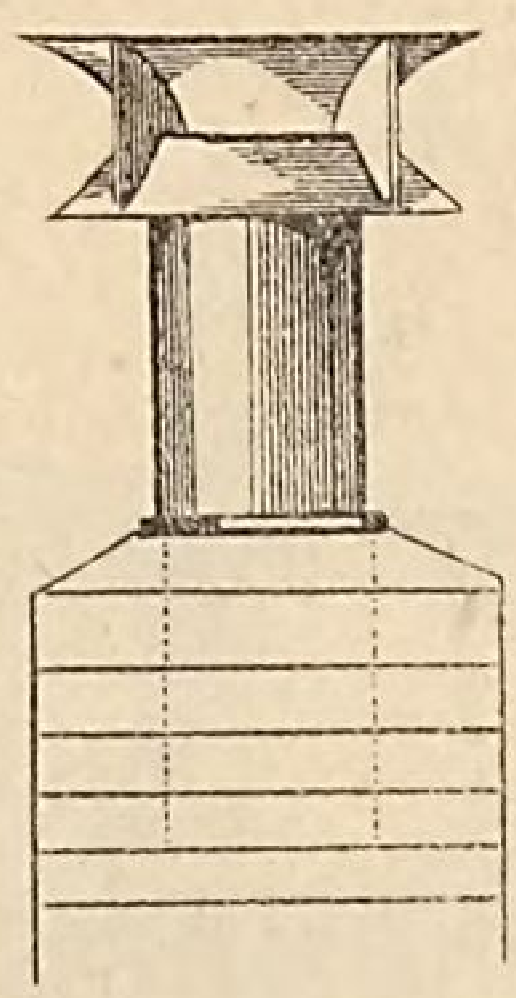


Fig. 5195.



Käuffers Blaskappe.

Die Blaskappen sollen umgekehrt wirken und den zu ventilirenden Räumen frische Aussenluft zuführen, sie eignen sich zur Ventilation von Schiffen, Fig. 5191 von Abtritten, Scheunen und sonstigen Orten, Fig. 5192 und 5193, wo eine Vorwärmung der Ventilationsluft nicht erforderlich ist. Fig. 5194 und 5195 ist von Käuffer construirt und bedarf noch einer Vorrichtung zum Auffangen des Schnee- und Regenwassers.

Die Poren-Ventilation, von Scharrath erfunden, besteht aus einem Pulsions- und Aspirationssysteme, jedoch mit der Aenderung, dass die frische Luft nicht in einem Strome dem zu ventilirenden Raume zu-, resp. aus demselben abgeführt wird, sondern dass dieselbe durch eine grosse Anzahl feiner Oeffnungen in langgestreckten, mit Geweben, Gaze oder Haarsieben überspannten Canälen in das Zimmer strömt. Man führt die Pulsionsluft auch wohl hinter Holzverkleidungen, die man mit feinen Löchern oder Sägeschnitten durchbohrt hat, her, oder drückt dieselbe durch poröse Steine, resp. porösen Mörtel. Die Absaugung geschieht in ähnlicher Weise durch lange Canäle, die mit feinen, siebartigen Oeffnungen versehen sind, nach einem Aspirationsschlote.

Die Idee, die frische Luft dem Zimmer möglichst fein zertheilt zuzuführen, ist ausgezeicnet, leider aber ist die Herstellung der Porenfelder mit vielen Kosten verknüpft und der grösste Uebelstand ist der, dass die siebartigen Vergitterungen dem Luftstrome einen äusserst kräftigen Widerstand in Folge der Reibung in den vielen kleinen Oeffnungen entgegensetzen. Es muss daher eine sehr starke Pulsionsmaschine verwendet werden, wenn die Wirkung nicht überhaupt illusorisch sein soll.

Angewendet ist diese Ventilationsart versuchsweise in dem Krankenhause der Strafanstalt am Plötzensee bei Berlin und im provisorischen Reichstagsgebäude, ihr Effect hat jedoch den gehegten Erwartungen nicht entsprochen. *Ahrendts.*

Ventilation der Mahlgänge, s. Mehlfabrication VI pag. 15.

Ventilator, s. Gebläse III pag. 331 u. 729.

Ventilatorgebläse (*ventilateur*), Windradgebläse, Flügelgebläse, Centrifugalgebläse, s. Gebläse III pag. 730.

Ventile *(soupapes — valves)* sind jene Maschinenelemente, mittelst welcher die Verbindung von Röhren (Gefässen) hergestellt und aufgehoben werden kann, in welchen Flüssigkeiten fortgeleitet, bezw. angesammelt werden sollen. Diesem Zwecke entsprechend besteht jedes Ventil aus einem beweglichen Theile, Ventil im engeren Sinne) und aus einem im Allgemeinen festgelagerten Theile, welcher zur Aufnahme des Ventils bestimmt und eingerichtet ist und allgemein Ventil-Gehäuse (Ventilhaus) genannt wird. Das Ventilgehäuse wird in Rohrleitungen eingeschaltet, an Gefässe angeschlossen, während das eigentliche Ventil in demselben behufs Herstellung oder Aufhebung von Flüssigkeitsströmungen entsprechend bethätigt werden muss. Diese Ventilbethätigung erfolgt entweder unter der Wirkung der lebendigen Kraft des erzeugten Flüssigkeits-Stromes oder durch eine äussere Kraft von mittelbarer oder unmittelbarer Wirkung. Das Ventil an sich, in Verbindung mit dem Ventilgehäuse gibt das vollständige Ventil als Maschinenorgan.

Die Ventile sind je nach dem speciellen Zwecke, dem sie zu dienen haben, und nach Anordnung der Verwendungsstelle sehr verschiedenartig ausgebildet und geformt und lassen sich drei Hauptformen derselben unterscheiden, welchen die Bezeichnung: Ventile, Hähne und Schieber beigelegt wurde.

Für sämmtliche Ventile sind folgende Constructions-Principien massgebend:

1. Die mechanische Arbeit zum Zwecke ihrer Bewegung soll ein Minimum sein.

2. Jede Aenderung des Rohrquerschnittes, sowie der Geschwindigkeit des Flüssigkeitsstromes ist zu vermeiden.

3. Die hydraulischen Widerstände für die zu leitende Flüssigkeit sind möglichst zu reduciren.

4. Für die Abschluss-Periode ist eine vollkommene Dichthaltung des Ausflussquerschnittes zu sichern.

Diese Grundsätze können im Allgemeinen nicht voll berücksichtigt und durchgeführt werden; es ist aber von Fall zu Fall diejenige Anordnung und Detailsausführung des Ventils ausfindig zu machen, durch welche relativ am besten die obigen Grundsätze berücksichtigt werden; die zahlreichen, in die heutige Maschinenpraxis eingeführten Ventilformen erleichtern die von Fall zu Fall zweckmässigste Wahl des Ventils, dessen Erhaltung im normalen und betriebstüchtigen Zustande durch eine rationelle Wartung gesichert werden muss.

Die Körper der Ventile, Hähne und Schieber erhalten angearbeitete oder adjustirte Flächen, welche als Sitz-, bez. Dichtungsflächen zur Verwendung kommen. Die Anzahl, Lage und Entwicklung dieser Flächen hängt von dem gewählten Ventiltypus ab; die bestimmenden Grössen für diese Flächen haben einen wesentlichen Einfluss auf die Bewegungs- und Dichtungsverhältnisse des bezüglichen Ventiles. Je grösser die Zahl der Dichtungs- (Sitz-) Flächen, desto geringer die erforderliche Bewegung (Hub, Drehung) des Ventiles, desto schwieriger gestalten sich aber die Dichtungsverhältnisse desselben.

Die Sitz- und Dichtungs-Flächen können rein metallische (Eisen, Kupfer, Bronce) oder auch solche sein, welche den von Fall zu Fall entsprechend zu wählenden und am Ventilkörper zu befestigenden Dichtungsmaterialien, wie Leder, Gummi (weich, hart), Holz u. s. f. angehören und welch' erstere durch den Schliff und letztere insbesondere durch ihre Elasticität eine sichere Dichtung des geschlossenen Ventiles erreichen lassen sollen.

Den Dichtungsflächen am Ventilkörper entsprechen conform ausgebildete Sitzflächen im Ventilgehäuse. Die Breite dieser meist ringförmigen, zuweilen ebenen, kegel- oder kugelförmigen Flächen hat insbesondere auf die Bewegungs- und Dichtungsverhältnisse einen wesentlichen Einfluss und ist mit Rücksicht auf die Natur und Pressung der zu leitenden Flüssigkeit, der Art und Adjustirung des Dichtungsmateriales, sachgemäss zu wählen; die Breite der Sitzflächen am Ventile und für die Sitzfläche im Ventilgehäuse hat übereinzustimmen, wenn eine dauernde Dichthaltung erreicht werden soll.

Die Ventilkörper werden allgemein mit Führungen versehen, deren Anordnung und Ausbildung für das exacte Spiel der Ventilschieber wesentlich ist und ausserdem die Grösse der Ventilbewegung beeinflussen.

Die Ventile werden vielfach nach der Anzahl der angeordneten Dichtungsflächen (Sitzflächen) gegliedert und man unterscheidet von diesem Gesichtspunkte aus ein-, zwei- und mehrsitzige Ventile.

Für den vorliegenden Zweck der Besprechung der Ventile erscheint es zweckmässiger, bei Art der Gruppirung auf den wichtigen Umstand Rücksicht zu nehmen, ob die Ventile durch die lebendige Kraft des Flüssigkeits-Stromes oder durch eine äussere, meist durch ein Gestänge auf das Ventil übertragene Kraft entweder den Impuls zur selbständigen Bewegung erhalten oder eine bestimmte zwangsläufige Bewegung ausführen müssen. Jene Ventile, für welche die lebendige Kraft und der Auftrieb eines Flüssigkeitsstromes für die Einleitung und Durchführung der Ventilbewegung in allen ihren Phasen massgebend ist, werden allgemein als selbstthätige Ventile bezeichnet und finden diese in den Pumpen- und Gebläse-Ventilen ihre zahlreichen Repräsentanten. Jene Ventile hingegen, welche im Wesentlichen durch eine äussere Kraft ihre gezwungene Bewegung erhalten, werden als Steuerventile bezeichnet und werden diese hauptsächlich durch die zahlreichen Absperr- (Drossel-) Ventile, Hähne und Schieber dargestellt.

Die selbstthätigen Ventile, als Pumpen- und Gebläse-Ventile, gliedern sich wieder *a*) in die älteren, vollkommen selbstthätigen Hub- und Klappen-Ventile, je nachdem der Ventilkörper eine Parallel- oder Drehbewegung während des sog. „Ventilspieles" auszuführen hat, und sind diese hauptsächlich dadurch gekennzeichnet, dass die sämmtlichen Bewegungsphasen derselben unter dem Einflusse der durch das Ventil strömenden Flüssigkeit, ferner in Folge des gegebenen Ventilgewichtes (Ventilbelastung) bei gewisser Sitzbreite des Ventiles selbst vollzogen werden, und *b*) in die selbstthätigen Ventile mit Zwangsschluss, für welche durch eine Reihe von Bewegungsphasen (Hub und Drehung) die völlig freie, selbstthätige Bewegung (Erhebung und Eröffnung) besteht, welche aber durch eine äussere Kraft in bestimmten Bewegungsperioden des Pumpen- (Gebläse-) Kolbens rasch dem Ventilsitze bis auf beliebig zu adjustirende (kleine) Grösse genähert werden, worauf wieder der Schluss des Ventiles selbst unter dem Einflusse der Flüssigkeitspressungen, also selbstthätig, erfolgt. Die besonderen Constructionsbedingungen für vollkommen selbstthätige Ventile, ihre Formen und Wirkungsweisen unter bestimmten Pressungs- und Bewegungsverhältnissen der zu leitenden Flüssigkeit, endlich die Darstellung der massgebenden Verhältnisse durch die sog. Kolbendiagramme für Pumpen u. s. f. wurden im Artikel Pumpen VII pag. 160—177 ausführlich erörtert.

Ueber die Bewegungsgesetze der selbstthätigen Pumpenventile waren bis in neuester Zeit noch vielfach unrichtige oder doch nicht völlig begründete und klar gestellte Anschauungen verbreitet, welche erst durch die lehrreichen Ergebnisse der verdienstvollen Forschungen von Prof. C. Bach richtig gestellt und verallgemeinert wurden. Bach beschäftigte sich mit der hochinteressanten Aufgabe, im Wege des Experimentes jene Grössen der Art und dem Werthe nach festzustellen, welche auf die Bewegungsverhältnisse der einsitzigen Hubventile entscheidenden Einfluss nehmen. Die ersten Hauptgrössen, die in Betracht kamen, waren die „Ventilbelastung", aus welcher das absolute Ventilgewicht für den noch rechtzeitigen stossfreien Schluss des Ventiles abgeleitet wurde, ferner der „Ventilwiderstand", d. i. die Summe der durch die Anordnung und Bewegung des Ventiles hervorgerufenen Bewegungswiderstände. Diese Grössen wurden für 10 Ventiltypen für die Hubhöhen $h = 0{\cdot}25d$ bis $h = 0{\cdot}1d$ und für die Ventilsitzbreiten $b = 0{\cdot}25d$ bis $0{\cdot}1d$ (wobei d den Ventildurchmesser bedeutet) ermittelt.

Die wichtigsten einschlägigen Resultate lassen erkennen, dass 1) die Sitzbreite des gewöhnlichen Tellerventiles mit ebener Sitzfläche auf die obbezeichneten Grössen einen bedeutenderen Einfluss hat als die Form der Ventilunterfläche (Stossfläche), dass 2. die untere Ventilführung eine bedeutende Vergrösserung des

Ventilwiderstandes zur Folge hat, dass 3. die Reibung des Wassers gegen polirte Metallflächen grösser ist als gegen ruhendes Wasser, dass 4. für Kegelventile ohne Unterführung der Ventilwiderstand wesentlich kleiner als für ebenso ausgeführte Tellerventile mit ebener Sitzfläche ist.

Es empfehlen sich sonach in erster Linie die einfachen Hubventile mit Oberführung, kegelförmiger Sitzfläche und ebener Stossfläche gegen das aufströmende Wasser, um *a*) einen reichlichen Ausflussquerschnitt, *b*) einen Ventilhub von rund $h = 0{\cdot}1d$ und *c*) einen geringen Ventilwiderstand zu sichern.

Bach ging nach Feststellung der in Rede stehenden Grössen auf jene Versuche und Versuchsreihen über, welche das praktisch-wissenschaftliche Materiale für die Aufstellung allgemeiner Bewegungsgesetze derselben Ventile liefern sollten. Hervorzuheben wäre, dass für das ebensitzige Tellerventil 13 Versuchsreihen erledigt wurden u. z. für die Grenzen des Pumpenkolben-Hubes $s = 0{\cdot}07$ und $0{\cdot}22^m$, der Kolbengeschwindigkeit von $u = 0{\cdot}140$ und $0{\cdot}44^m$, des Ventilhubes $h_{max} = 0{\cdot}0041$ und $0{\cdot}0153$ bei der minutlichen Hubzahl $n = 60$.

Ueber die Bedeutung und Ausnutzung des „normalen“ und „verschobenen“ Kolbendiagrammes zur Auffindung der Kennzeichen für den Ventilschlag, sowie für den stossfreien Schluss derselben Ventile, weiters über die Kunstgriffe zur Ermittlung des sog. Ventilüberdruckes, endlich über den Einfluss der gewaltsamen Hubbegrenzung der Ventile auf deren Bewegung, muss in der sehr lehrreichen Abhandlung selbst nachgelesen werden.

Weitere gleich wichtige Resultate ergaben die Sonderuntersuchungen betreffend die Beziehung zwischen den Grössen: Umgangszahl (n), Kolbenhub (s) und mittlere Kolbengeschwindigkeit (u) an der Grenze des stossfreien Ventilspieles. Bach fand folgende einfache Beziehungen:

$$n_1^2 . s_1 = n_2^2 . s_2 = Const. = A;\; n_1^2 : n_2^2 = \frac{1}{s_1} : \frac{1}{s_2};\; n_1 : n_2 = \left(1 : \sqrt{s_1}\right) : \left(1 : \sqrt{s_2}\right)$$

$$n_1 . u_1 = n_2 . u_2 = Const. = a^2;\; n_1 : n_2 = (1 : u_1) : (1 : u_2)$$

Hieraus ist ersichtlich, dass in erster Linie die Umgangszahl (n) der Pumpe auf den stossfreien Ventilschluss Einfluss nimmt, dass ferner die Kolbengeschwindigkeit (u) hinsichtlich desselben Einflusses mit (n) gleichwerthig ist. Der Zusammenhang zwischen (n) und (s) bezieh. (u) entspricht vollkommen dem Gesetze der Pendelbewegung.

Für den Zusammenhang der Grösse (n), (u) und P (Ventilgewicht) fand Bach folgende Beziehung: „An der Grenze des gerade noch stossfreien Ventilschlusses ist die wirksame Ventilbelastung P proportional dem Producte: ($n \times u$) oder proportional dem Producte ($n^2 \times s$)“.

Für die Beziehung zwischen den Grössen (n), (u) und $V = F . s$ (Hubvolumen) fand Bach folgenden Ausdruck: $n_1 : n_2 = V_1 : V_2$, wenn $V_1 = F_1 . s_1$ und $V_2 = F_2 . s_2$ ist und $F_1 \ldots . F_2$ die Kolbenquerschnitte der Pumpen bezeichnen. Die Kenntniss dieser Beziehung gestattet die Frage zu erledigen betreffend den erforderlichen Werth von F und s, wenn mit denselben Ventilen bei verschiedenen Umgangszahlen der Pumpenwelle dasselbe Wasservolumen gefördert werden soll.

Weitere begründete Schlüsse aus den zahlreichen Sonderuntersuchungen, welche Bach im Anschlusse an die eben vorgeführten Studien durchführte, sind:

1. Es sind weit grössere Ventilerhebungen, als heute für ebensitzige Tellerventile üblich, zulässig und sogar geboten.

2. Breite Ventilsitze bedingen eine wesentlich grössere Ventilbelastung, wenn der stossfreie Schluss des Ventiles vorausgesetzt ist; das normalsitzige Ventil erhebt sich rascher als das breitsitzige; das letztere Ventil erhebt sich unter gleichen Umständen höher; durch die Hubbegrenzung des Ventiles entsteht eine grössere Pressungsänderung im Innern des Pumpencylinders.

3. Der Ventilüberdruck besteht, er ist für breitsitzige Ventile wesentlich grösser als für gleichartige Ventile mit geringer Sitzbreite; der Ventilüberdruck hängt von der Anfangsbeschleunigung des Pumpenkolbens ab, er kann sehr bedeutend werden, ist im Allgemeinen veränderlich und bei ungeänderten Ventilen vom Zustande derselben und insbesondere von der Grösse und dem Zustande ihrer Dichtungsflächen abhängig.

4. Der gewöhnliche Indicator ist zum Nachweise plötzlicher Pressungsveränderungen im Pumpencylinder (Ventilüberdruck) nicht geeignet, er unterliegt dem „Nacheilen“.

5. Die Ventilbelastung ist auch von der Weite des Ventilgehäuses abhängig und ändern sich diese beiden Grössen im umgekehrten Verhältnisse. Dasselbe

Ventil steigt in einem engen Gehäuse höher, durch Erweiterung des Ventilgehäuses kann innerhalb gewisser Grenzen der stossfreie Schluss des Ventiles wieder erreicht werden.

Werden die vollkommen selbstthätigen Ventile für Pumpen und Gebläse unter Aufrechthaltung der a. O. begründeten Grundsätze, u. zw. *a*) kleine Ventilerhebungen, um das Spiel derselben selbst für eine höhere Hubzahl (n) zu sichern, und *b*) constante Geschwindigkeit der zu leitenden Flüssigkeit von der Saug- bis zur Ausgusstelle, constructiv durchgeführt, so ergeben sich namentlich für höhere Hub- (Umgangs-) Zahlen und bedeutendere Förderhöhen (Pressungen) Ventilanordnungen von ausserordentlicher Entwicklung und Complication, welche das Mass der praktisch Zulässigen entschieden überschreiten, obschon sie nach Grundsätzen ausgeführt sind, deren Richtigkeit im Wesentlichen anerkannt werden muss.

Namentlich sind es Hochdruckpumpen an unterirdischen Wasserhaltungs-Maschinen, sowie die Gebläsemaschinen und Luftcompressoren, welche bei grösserer Umgangszahl und höherer Wasser- (Luft-) Pressung mit so ausserordentlichen Ventilanordnungen versehen werden müssen, gegen welche die Dimensionen der eigentlichen Arbeitscylinder entschieden zurücktreten. Die Baugeschichte dieser Arbeitsmaschinen weist Fälle auf, welche durch die Verwendung von 360 einfachen Hubventilen (45 Ventile auf einen Sitz) mit 3600^{qcm} Gesammt-Sitzfläche charakterisirt sind, um die Förderung des Wassers zu vermitteln, welches durch zwei doppelt-wirkende Pumpen ($d = 222^{mm}$, $s = 760^{mm}$, $n = 50$, $u = 1{\cdot}26^{m}$) geschaffen wird. Hierbei beträgt der mittlere Ventildurchmesser, Hub- und die Sitzbreite, bezw. $d = 50^{mm}$, $h = 10^{mm}$, $b = 5^{mm}$; ferner das Verhältniss des Gesammt-Ventilquerschnittes auf einer Pumpenseite zum Kolbenquerschnitt $f : F = 2{\cdot}0$; ähnliche Verhältnisse treffen, wie erwähnt, für einzelne Gebläsemaschinen und Luftcompressoren zu.

Die Erkenntniss, dass die bisher zur Anwendung kommenden Constructions-Bedingungen für die vollkommen selbstthätigen Pumpen- und Gebläseventile bei rascher Gangart dieser Arbeitsmaschinen, sowie bei höherer Pressung der zu fördernden Flüssigkeit unvermeidlich zu praktisch unzulässigen Ausführungen drängen, deren Complication, Kosten, Schwierigkeit der Wartung und Erhaltung entscheidende Belege für die Mangelhaftigkeit solcher Ausführungen sind, hat Professor A. Riedler veranlasst, neue Grundlagen für die Construction solcher Ventile zu schaffen, durch deren Berücksichtigung selbst ausserordentliche Bedingungen für Pumpen- und Gebläse-Ventile mit wesentlich einfacheren und billigeren Mitteln erfüllt werden können.

Riedler bezeichnet die von ihm erdachte neue Ventilart als „selbstthätige Ventile mit gesteuerter Schlussbewegung" (Zwangsschluss) und kennzeichnet die Grundlagen für die Construction derselben wie folgt:

1. Die Ventile besitzen höchstens die Grösse des Saug- oder Druckquerschnittes; sie ermöglichen unter allen Umständen die erreichbare geringste Ventilgrösse.

2. Es ist nur je ein einziges Ventil für Saug und Druckwirkung erforderlich.

3. Die Ventile eröffnen sich auf den vollen Hub, welcher den vollen Durchgangsquerschnitt ermöglicht. Diesem Grundsatze ist eine besondere Bedeutung beizumessen.

4. Der grosse Ventilhub wird vor dem Hubwechsel durch eine Steuerung auf ein beliebiges Mass verkleinert. Dieser Grundsatz bildet den zweiten Hauptpunkt der Ventilconstruction.

5. Die Ventile können selbstthätig und selbstdichtend bleiben; der wirkliche Schluss und die Dichtung des geschlossenen Ventiles muss nicht durch die Steuerung, sondern kann selbstthätig durch den Flüssigkeitsdruck erfolgen.

Die Vortheile dieser neuen Ventilart sind im Wesentlichen die folgenden:

a) Geringste zulässige Grösse, *b*) geringste Entwicklung der Dichtungsflächen, *c*) absolut ruhiges Spiel, *d*) Möglichkeit einer wesentlichen Vergrösserung der Umgangszahl (n), *e*) sichere Führung, Zugänglichkeit von Aussen, geringstes Eigengewicht, nachdem die Dimensionen der Ventile (ausser d, h) nur aus Festigkeits-Rücksichten zu bestimmen sind; *f*) die Möglichkeit der Ventilentlastung, daher sichere Eröffnung der Ventile beim Hubwechsel unabhängig vom Ventilüberdrucke.

Riedlers Patentventile gestatten in der That eine durchaus einfache constructive Durchführung besonders bei Neuausführungen und haben sich sowohl bei Wasserhaltungs-, wie bei Gebläsemaschinen vollkommen bewährt. Sie bedeuten einen wesentlichen Fortschritt in der Construction der einfachen Teller- und Klappenventile und werden insbesondere für Pumpen und Gebläse mit hoher Umgangszahl (n) und höheren Flüssigkeitspressungen ihre unleugbaren Vortheile nachweisen lassen.

Die Steuerventile, deren Kennzeichnung schon an früherer Stelle gegeben wurde, gliedern sich *a*) in vollkommene Steuerventile und *b*) im Steuerventile mit Selbstschluss. Die erstere Ventilgruppe umfasst die durch eine äussere Kraft zu bethätigenden Durchgangs- und Eckventile (Hubventile) in ihren verschiedenen, mehr oder minder vollkommenen Ausführungsformen mit Unter- und Oberführung, für welche grundsätzlich eine sichere und doch bewegliche Verbindung des Ventils mit dem hier stets angeordneten Ventilgestänge ausgeführt werden soll, und welche stets den zur Hebung oder Senkung, bez. Drehung (Klappe) eingerichteten Mechanismus ausserhalb des Ventilgehäuses zu erhalten haben.

Die Eck- und Durchgangsventile werden als ein- und zweisitzige Ventile, ferner mit und ohne Entlastungsventil ausgeführt; besondere Formen der einsitzigen Steuerventile sind die Klappen und Hähne, ferner die Schieber (Schuber), erstere für Dreh-, letztere für Parallelbewegung eingerichtet.

Sämmtliche vollkommenen Steuerventile sollen erreichen lassen: 1. die geringste Kraft für ihre Bewegung (Hebung, Drehung), 2. eine solche Eröffnung des Ausflussquerschnittes, dass dessen Aequivalenz mit dem Zuflussquerschnitte gesichert ist; im Uebrigen haben die schon Eingangs hervorgehobenen Grundsätze ihre sinngemässe Anwendung zu finden.

Bezeichnen d, d_1, d_2 beziehungsweise den lichten Durchmesser der Ventilöffnung, den Durchmesser der Ventilplatte und den lichten Durchmesser des Ventilgehäuses, h den Hub des einfachen Tellerventiles, b die Sitzbreite desselben, P die Kraft zur Erhebung des Ventiles, so berechnet sich, wenn p_0 und p_u die Pressungen der Flüssigkeit in den Räumen ober- und unterhalb des Ventilkörpers bedeutet

$$h = \frac{d}{4},\quad P = \frac{\pi}{4}(d_1{}^2 p_0 - d^2 p_u),\quad d_2 = d\sqrt{1 + \left(\frac{d_1}{d}\right)^2}$$

Für eine gegebene Spannungsdifferenz $\triangle p = p_0 - p_u$ wird $P = 0$, wenn $d_1{}^2 p_0 = d^2 p_u$ oder $\left(\frac{d_1}{d}\right)^2 = p_u : p_0$ wird.

Werden für ein doppelsitziges (Glocken, Röhren) Ventil noch f_0 und f_u die Inhalte der oberen und unteren Sitzflächen eingeführt, so berechnet sich

$$P = (p_0 - p_u)(d^2 - d_1{}^2)\frac{\pi}{4} + (f_0 + f_u)\,p_0;\quad h = \frac{d^2}{4(d + d_1)};$$

es wird $P = p_0 (f_0 + f_u)$, d. i. $P = P_{min}$, wenn $d = d_1$, d. h. wenn die lichte Weite des unteren Dichtungsrandes gleich der äusseren Weite des oberen Dichtungsrandes wird, worin auch das Kriterium der doppelsitzigen Steuerventile gelegen ist; für $d = d_1$ wird $h = \frac{d}{8}$ als Erhebungsgrösse des Ventiles bei erreichter Aequivalenz des Zu- und Abflussquerschnittes; für $d_1 = 0$ geht über h in $\frac{d}{4}$ und ist $P = \frac{\pi}{4}(d_1{}^2 p_0 - d^2 p_u)$ wie für einsitzige Tellerventile. Wird endlich $d_1 < d$, so nimmt die Stangenkraft P zu und geht das Doppelsitz in ein solches über, welches für selbstthätige Bewegung (Pumpen u. s. f.) ausgenützt werden soll.

Die ein- und doppelsitzigen Steuerventile sind derart einzubauen, dass sie durch die Pressungsdifferenz $\triangle p = p_0 - p_u$ gegen die Sitzflächen, welche im Ventilgehäuse angeordnet sind, gedrückt werden, so dass derart durch die Flüs-

sigkeit selbst, im förderlichen Sinne für die Abdichtung des geschlossenen Ventiles Einfluss genommen wird.

Bei Dampfsteuerventilen (Katarakt- und Rotationsmaschinen) kann durch die abweichende Dilation des Ventilkörpers und des Ventilgehäuses die Dichtheit des Ventiles beeinträchtigt und sogar aufgehoben werden. Nach Kollmann wird diesem Uebelstande entschieden dadurch abgeholfen, dass für die kegelförmigen Sitzflächen der Doppelsitz-Ventile eine gemeinsame Kegelspitze gewählt wird, während für die Anordnung einer ebenen (oberen) und einer kegelförmigen (unteren) Sitzfläche, die dieser entsprechende Kegelspitze in den Mittelpunkt der durch die obere Sitzfläche gelegten Ebene von kreisförmiger Begrenzung verlegt wird. Doppelsitz-Ventile als Dampf-Steuerventile werden aus gleichem Grunde bei der Dampftemperatur eingeschliffen, ferner das Ventil und die Ventilsitze aus gleichem Materiale hergestellt.

Die einsitzigen Steuerventile als Tellerventile erscheinen in sehr zahlreichen, übrigens bekannten Formen als Eck- und Durchgangsventil mit und ohne Entlastungsventil (für grössere Ausführungen), ferner als die sog. Reducirventile und Retour- oder Rückschlagventile, welch' letztere übrigens für die Erhebungsperiode eine selbständige Bewegung erhalten und nur noch mit einer derartigen Einrichtung versehen werden, dass sie im Bedarffalle auf ihren Sitz rückgesteuert und so geschlossen erhalten werden. Die Hauptformen der zweisitzigen Steuerventile für Dampfleitungen und Dampfmaschinen sind durch das bekannte Glockenventil (Gros) durch die Constructionen von Hornblower u. z. durch das Decken- und Röhrenventil mit und ohne Entlastungskolben repräsentirt.

Die zweite Hauptform der Steuerventile bezieht sich auf die Hähne; sie gehören zu den Gleitungsventilen und umfassen den einfachen conischen Hahn, so wie die sog. Zwei- und Dreiweghähne. Sie bestehen aus dem Hahngehäuse mit den entsprechenden Rohranschlüssen und dem Hahnkörper (Wirbel), wobei das Gehäuse und der Wirbel übereinstimmende Sitzflächen erhalten müssen, welche durch eine gewisse Deckung oder Deckungsfläche die Dichtungsfähigkeit zu sichern hat. Hähne werden durch „Schliff" gedichtet und ist die Form des Wirbels, sowie des Gehäuses derart zu wählen, dass durch folgende Nachschliffe die Dichtungsfähigkeit nicht vermindert wird. Diese wird entweder durch Nachstellung des Wirbels gegen das Gehäuse oder auf automatischem Wege durch den Einfluss der Flüssigkeitspressung erreicht.

Die Dichtungsfähigkeit des conischen Hahnes hängt wesentlich von dem für ein gegebenes Constructionsmaterial des Hahnes gewählten Winkel an der Kegelspitze, ferner von Dilatations-Verhältnissen zwischen dem Hahnwirbel und dem Hahngehäuse ab. Um letztere Verhältnisse nicht ungünstig zu gestalten, empfiehlt es sich, den Hahnwirbel sowie das zugehörige Gehäuse aus einem und demselben Materiale herzustellen.

Dampfhähne, für welche die eine oder andere der oben angedeuteten Constructions-Bedingungen nicht zutrifft, klemmen sich bei Eintritt der Dampftemperatur und verlieren die Steuerfähigkeit oder sie werden undicht.

Eine dritte und besondere Form der Steuer-Ventile bezieht sich auf die „Schieber" für die Leitung von tropfbaren und gasförmigen Flüssigkeiten (Wasser, Rauch und Gichtgas u. s. f.). Sie werden zweckmässig für die weitesten Rohrleitungen gewählt, bieten den geringsten Leitungswiderstand, erhalten einen oder auch zwei symmetrisch angeordnete und keilförmig ausgebildete metallische oder elastische Dichtungsringe, welche in dem eigentlichen Schieberkörper versenkt sind. Zum completen Schieber gehört auch noch der Bewegungs-Mechanismus, mittelst welchen die Parallel-Bewegung desselben erreicht wird. Dieser Mechanismus besteht allgemein aus einer Schraubenspindel, deren Mutter zweckmässig ausserhalb des Schiebergehäuses angeordnet wird, während die Verbindung dieses Gestänges mit dem Schieberkörper, der mit Führungen zu versehen ist, eine gewisse Beweglichkeit gestatten muss. Statt der eigentlichen Steuerschieber kommen in einzelnen Fällen auch Steuerklappen (mit Drehbewegung) zur Anwendung.

Die zweite Gruppe der Steuerventile umfasst jene, welche durch den „Selbstschluss“ gekennzeichnet sind. Die Selbstschluss-Steuerventile sind sehr wichtige und allgemein angewendete Elemente der Einrichtungen für die Wasservertheilung, wenn der Zufluss in geschlossenen Röhren stattfindet. Sie kommen als Drossel-Ventile in Hauptrohrleitungen und als Abschlussventile (Hähne) am Ende der Vertheilungs-Rohrstränge zur Ausführung. Bei Construction derartiger Steuerventile ist auf folgende Punkte Rücksicht zu nehmen:

1. Auf die Wirkungsweise beim Oeffnen (Stoss) und Schliessen (Nachschluss).
2. Auf das Ausflussquantum im Vergleich mit gewöhnlichen Auslaufhähnen.
3. Auf die Einfachheit der Construction, hauptsächlich durch Vermeidung vieler Verbindungen und Dichtungen gesichert.

Der Selbstschluss dieser Steuerventile kann entweder durch mechanische Mittel, oder unter dem Einflusse der Pressung der zu leitenden Flüssigkeit erreicht werden. Ventile der ersteren Art haben geliefert Spanner, Fortin, Hermann, Czihel für allmäligen Ventilschluss; Ventile mit plötzlichem Abschlusse wurden ausgeführt von Quinier, Moris, Bouillon, Müller, Herdevin u. A.

Von den Ventilen der zweiten Art könnten wieder jene in eine Gruppe *a*) vereinigt werden, welche bei jedesmaligem Oeffnen nur eine bestimmte Wassermenge abfliessen lassen, während bei der zweiten Gruppe *b*) der Ventile die Einrichtung derart getroffen ist, dass eine beliebige Wassermenge zum Abflusse gelangen kann.

Ventile der Gruppe *a*) rühren von Chameroy, Stone und Tylor her, während Ventile der Gruppe *b*) mit durch Wasserdruck gehemmten Schluss von Bropuin und Laine, Holdorf und Brückner, Hoffmann u. s. f. angegeben wurden; bei diesen ist ein sog. Retardirungscylinder angeordnet, welcher den allmäligen Schluss des Ventiles zu bewirken hat. Die Ausführungen von Grützner und Knauth, Leopolder und Baumgärtner für Closet's, Brunnenausläufe und Auslaufhähne weisen den vertical angeordneten Ventilkolben, je von Knaust, Chameroy, Dewrauce und Valentin zeigen die Anordnung des horizontalen Ventilkolbens, während Tylor's Hahn die Anwendung des schwimmenden Ventilkolbens nachweist. Sonderconstructionen, welche ausser der Reihe der eben angedeuteten stehen, wurden von Schrabetz und Bengen geliefert.

Die Steuerventile mit Selbstschluss haben für die Oekonomie einer im grossen Masstabe angelegten Wasservertheilung eine hervorragende Bedeutung und sind neuerer Zeit in zahlreichen Typen und vorzüglich ausgebildet worden.

Vergl. die Artikel: Pumpen VII pag. 160—177, Hahn IV pag. 231.

Literatur: Der Constructeur v. Reuleaux. — Der Dampfmaschinen-Constructeur v. Reiche, 1883. — Bach: Versuche zur Klarstellung der Bewegung selbstthätiger Ventile, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., Bd. 30 u. 31. — Riedler: Gewöhnliche und selbstthätige Ventile für Pumpen und Gebläse und Ventile mit Zwangsschluss (Patent Riedler), Z. d. V. d. I., Bd. 29. — Adolf Berkowitsch: Ueber Selbstschluss-Ventile (Schäffer u. Budenberg, Blanke, Dryer, Rosenkranz und Droop). Journal für Gasbeleuchtung und Wassserversorgung 1879, Nr. 17 und 18. *Gllnr.*

Ventilgehäuse, s. Ventile pag. 84.

Veranda, ein Anbau eines Gebäudes, meist in Holz oder Eisen construirt, an den Seiten offen, oben gedeckt. Die Seitenflächen werden mitunter verglast. Ist die Anordnung in Form eines Laubenganges, bestehend aus Ständern und offenem Lattendach mit Schlingpflanzen umwachsen, bezeichnet man diesen Gang als „Pergola“. *Gr.*

Verankerung der Bauconstructionen, s. Schliessen VII pag. 699.

Verantin, s. b. Krapp V pag. 113.

Veratralbin, Alkaloid aus der Wurzel von *Veratrum album* (weisse Nieswurzel), bei der Darstellung des Jervins (s. d. IV pag. 545), neben diesem in die saure Lösung übergehend und durch Aether aus derselben, neben etwas Jervin, Pseudo-Jervin und Rubijervin, ausscheidbar. Wird dieses unreine Veratralbin mit reiner verdünnter Schwefelsäure behandelt, das sich ausscheidende Jervinsulfat abfiltrirt und die Lösung mit Natron gefällt, so fällt pseudojervinhaltiges Veratralbin, das durch Auflösen in Alkohol von dem sich aus der Lösung allmälig abscheidenden Pseudojervin geschieden werden kann. Die alkoholische Lösung liefert beim Verdunsten einen firnissartigen Rückstand von Veratralbin, das mit Säuren amorphe Salze bildet. Conc. Schwefelsäure gibt mit dem Veratralbin eine stark grün fluorescirende Lösung. Die Zusammensetzung des Veratralbins entspricht der Formel $CH_{28}H_{43}NO_5$ (?) *Gtl.*

Veratramarin, s. b. Nieswurzel VI pag. 357.

Veratrin, s. b. Sabadillsamen VII pag. 451.

Veratrinsäure, s. b. Sabadillsamen VII pag. 451, s. a. Veratrumsäure.

Veratroidin, s. b. Nieswurzel, VI pag. 357.

Veratrol, d. i. der Dimethyläther des Brenzcatechins $[C_6H_4(OCH_3)^2]$, s. b. Veratrumsäure.

Veratrumsäure, Veratrinsäure, Protocatechu-Dimethyläthersäure, Säure von der Formel $C_9H_{10}O_4$, d. i. $(CH_3O)^2—C_6H_3—COOH$. Findet sich in geringer Menge im Sabadillsamen (vgl. Merck, Ann. Chem. Pharm. 29 pag. 188), aus denen sie durch Extraction mit schwefelsäurehaltigem Alkohol ausgezogen werden kann. Entsteht künstlich beim Erhitzen von Protocatechusäure mit 1 Thl. Kalihydrat, 4 Thl. Jodmethyl und Holzgeist auf 140° C. (Koelle, Ann. Chem. Pharm. 159 pag. 241), entsteht beim Erhitzen von Pseudaconitin, neben Pseudaconin, und neben Verin beim Erhitzen von Veratrin mit alkohol. Natronlauge (vgl. Wright und Luff, Soc. 33 pag. 353) u. i. a. W. Man stellt sie am leichtesten aus Eugenolmethyläther dar, indem man diesen in der 10 bis 15fachen Menge Wasser vertheilt und allmälig eine etwa 80—90° C. warme Lösung von 3·5 Thl. Kaliumpermanganat in 20—30 Thl. Wasser einfliessen lässt (vgl. Tiemann und Mendelsohn, Ber. d. d. chem. Ges. 8 pag. 1138, s. a. Matsmoto, ebendas. 9 pag. 937). Das farblose Reactionsproduct wird filtrirt, eingeengt und mit Salzsäure gefällt. Man erhält so die Säure in Form von nadelförmigen Krystallen, die sich aus Lösungen, welche über 50° C. warm sind, wasserfrei, aus kälteren Lösungen mit 1 Mol. Wasser abscheiden, in kaltem Wasser sehr schwer (in 2100—2150 Thl. von 14° C.), leichter in heissem (160—165 Thl. von 100° C.) lösen, sehr leicht in Alkohol und Aether löslich sind. Sie schmelzen bei 179·5° C. und sind sublimirbar. Liefert krystallisirbare Salze, die meist schwer löslich im Wasser sind.

Beim Glühen mit Bariumoxyd zerfällt sie in Kohlensäure und Veratrol $C_8H_{10}O_2$, d. i. der Dimethyläther des Brenzcatechins, der sich auch künstlich durch Erhitzen von Quajakolkalium mit Jodmethyl darstellen lässt und eine bei +15° C. erstarrende Flüssigkeit vom Siedepunkte 205—206° C. und dem spec. Gew. = 1·086 bei 15° C. darstellt (vgl. Merck, Ann. Chem. Pharm. 108 pag. 60, Koelle, ebendas. 159 pag. 243, Marasse, ebendas. 152 pag. 74. *Gtl.*

Verband, s. Eisenverband III pag. 137, Holzverbindungen IV pag. 406 und Steinverband VIII pag. 473.

Verbandeln, s. Verbrämen.

Verbandstifte. 30—48^{mm} lange, an beiden Enden zugespitzte Drahtstifte, welche zur Verbindung von Holztheilen in der Weise verwendet werden, dass dieselben durch keinen der verbundenen Theile vollständig hindurchgehen. *E.*

Verbenaextract, s. Parfumerie VI pag. 565.

Verbenaöl (*huile de verveine — vervain oil*). Dieser Name gebührt streng genommen nur dem äther. Oel der *Aloysia citriodora* (*Lippia citriodora*), einer in Peru einheimischen, vielfach aber auch im südlichen Europa in Gärten cultivirten Pflanze aus der Familie der Verbenen, deren Blätter einen namentlich beim Reiben deutlich hervortretenden angenehmen Geruch verbreiten und durch Destillation mit Wasser eine geringe Menge eines äusserst angenehm riechenden äther. Oeles liefern, das indessen, des durch die geringe Ausbeute bedingten hohen Preises wegen, kaum Anwendung findet und daher nur selten in den Handel kommt. An Stelle dessen wird fast ausschliesslich das türkische Geraniumöl, auch Idrisöl genannt (s. d. III pag. 745, vgl. a. Citronellaöl II pag. 364), verwendet, das häufig unter dem Namen Verbenaöl geht. *Gtl.*

Verbindung chemische (*combinaison chimique — chemical combination*). Stofflich verschiedene Körper können in vielen Fällen bei einer unter geeigneten Bedingungen erfolgenden gegenseitigen Einwirkung zur Bildung einer neuen stofflichen Existenz zusammentreten, die sowohl in ihren äusseren Eigenschaften mehr oder weniger auffällige Verschiedenheit von den an ihrer Bildung betheiligten Stoffen zeigen kann, als auch in ihrem Verhalten gegen anderweitige Einflüsse wesentliche Abweichungen aufzuweisen vermag, sich sonach nicht als ein mechanisches Gemenge oder eine Mischung ansehen lässt, für welche in allen Fällen die Erhaltung der wesentlichen Merkmale der Gemengtheile charakteristisch ist. Producte solcher Vorgänge nannte man, soferne man sie als durch eine innigere Vereinigung der auf einander wirkenden Stoffe zustande gekommen dachte, als sie in einer blossen Mischung besteht, Verbindungen und den Vorgang selbst Verbindungsvorgang, Verbindungsprocess. Die Wissenschaft hat diesen Begriff beibehalten und fasst alle Stoffe, welche nicht unzerlegbar, d. i. Elemente sind, als chemische Verbindungen auf, die sich aus unzerlegbaren Elementarstoffen oder Grundstoffen zusammensetzen, also zusammengesetzte Stoffe sind. Eine chemische Verbindung wird sonach stets mindestens zwei einfache Stoffe enthalten müssen, doch kann die Zahl der zu einer Verbindung vereinigten Elemente auch weit grösser sein. Nach der Anzahl der in einer Verbindung enthaltenen Elemente hat man dieselben unterschieden in binäre Verbindungen, welche sich nur aus zwei Elementen aufbauen, ternäre, welche drei Elemente enthalten, quarternäre, welche vier Elemente enthalten, und insofern man weiter annimmt, dass einzelne Verbindungen sich selbst mit einander weiter verbinden können, hat man eine Unterscheidung in primäre, d. h. unmittelbar aus der Vereinigung der Elemente entstandene, secundäre, d. h. aus der Vereinigung zweier primärer Verbindungen gebildete, und tertiäre, d. h. aus der Vereinigung secundärer und primärer oder secundärer Verbindungen gebildete chemische Verbindungen eingeführt und nennt die erste Art von Verbindungen wohl auch Verbindungen I. Ordnung, die zweite Art Verbindungen II. Ordnung, die dritte Art endlich Verbindungen III. Ordnung.

Mit der Erkenntniss der auffälligen Verschiedenheit, welche chemische Verbindungen gegenüber den Mischungen bez. Gemengen zeigen, drängte sich auch die Frage nach der Ursache des Zustandekommens solcher inniger Vereinigung verschiedener Stoffe zu einer mit neuen Eigenschaften ausgestatteten Verbindung auf und diese suchte man in dem Bestande eines gewissen Vereinigungsbestrebens in den einzelnen sich verbindenden Elementen, das man als Affinität oder Verwandtschaft bezeichnete, ein Begriff, den man später geradezu auf eine ähnliche Beziehung zurückführen zu können glaubte, wie sie zwischen den beiden Polen eines Magnets oder zwischen positiv und negativ elektrischen Körpern besteht. Man kam so zu der Annahme, dass die verschiedenen Elemente theils positive, theils negative Körper seien, die sich vermöge ihrer verschiedenen und ungleichen Polarität anzuziehen und mit einander zu vereinigen vermögen und gelangte so zu der elektrochemischen Theorie, welche alle chemische Action auf die elektrische Differenz der Elemente und weiters auch der Verbindungen zurückführte und in dem chemischen Verbindungsprocesse nichts weiter sah als ein Ergebniss der durch die elektrische Differenz bedingten Anziehung. Eine solche Annahme, soviel sie auch Verlockendes haben mochte, konnte indessen zur Erklärung der Erscheinungen um so weniger genügen, als sie ein wesentliches Merkmal der Verbindungsvorgänge nicht verständlich werden liess. Es ist dies die Constanz der Verbindungsverhältnisse, d. i. die Erscheinung, dass zwei heterogene Stoffe sich, mögen die Verhältnisse, unter denen ihre Verbindung zu Stande kommt, noch so verschiedene sein, stets nur in bestimmten Mengenverhältnissen mit

einander zu einer bestimmten Verbindung zu vereinigen vermögen und dass weiters die Mengenverhältnisse, in welchen sich ein bestimmtes Element mit einem zweiten, oder dritten, bez. vierten zu verbinden vermag, in einer ganz bestimmten Beziehung zu den Mengenverhältnissen steht, in welchen sich diese etwa mit einander verbinden können, sowie dass weiters da, wo ein Element mit einem zweiten unter verschiedenen Verhältnissen verschiedene Verbindungen einzugehen vermag, die in der einen Verbindung enthaltene Menge des einen Elementes zu der Menge desselben, die in der zweiten oder dritten Verbindung sich findet in einem durch ganze Zahlen ausdrückbaren einfachen Verhältnisse steht (Gesetz der multiplen Proportionen). Diese Thatsachen nöthigten zu der Annahme, dass sich Verbindungsvorgänge nur durch Wechselwirkung der kleinsten Theilchen der Stoffe (Massentheilchen) vollziehen können, bez. dass Verbindungen aus der Vereinigung solcher zu Stande kommen müssen, für die, je nach dem Stoffe, dem sie angehören, ein bestimmtes, constantes Gewicht vorausgesetzt werden musste, wodurch einerseits die Constanz der Verbindungsgewichte erklärt zu werden vermochte, andererseits das Gesetz der multipen Proportionen sich einfach als die Folge des Umstandes ergab, dass, wo ein Körper mit einem zweiten verschiedene Verbindungen eingeht, dies nur in der Art erfolgen kann, dass verschiedene Mengen von Massentheilchen mit einander sich vereinigen. Mit der Einführung dieser Annahme musste der Glaube daran, dass die elektrische Differenz der Massentheilchen die wesentliche Ursache der Bildung von Verbindungen sei, wesentlich erschüttert werden, denn es schien nicht wohl erklärlich, dass bei der Häufung einer grösseren Anzahl von Massentheilchen gleicher Art und also auch gleicher Polarität in gewissen Verbindungen ein Zusammenhalt solcher bestehen könnte.

Mit der weiteren Entwicklung der molecular-atomistischen Theorie, welche alle Materie aus unendlich kleinen, einer mechanischen Theilung nicht mehr fähigen Theilchen (Massentheilchen, Moleculen) aufgebaut denkt, die durch einfache Molecularanziehung zusammengehalten, bez. zur Masse vereinigt sind, die Molecule an sich aber als nicht einfach, sondern selbst noch aus kleineren, im freien Zustande nicht bestehenden Theilchen (Atomen) gebildet annimmt, die durch eine besondere Art der Anziehung (chemische Anziehung) an einander gebunden gedacht werden, wurde der Begriff der Atomanziehung (chemische Anziehung) als ein besonderer Fall der Anziehung in die Wissenschaft eingeführt und die Bildung und der Bestand von Verbindungen auf die Wirkung dieser Anziehung zurückgeführt. Demnach erscheinen die chemischen Verbindungen als von den einfachen Stoffen nur dadurch unterschieden, dass die Massentheilchen der letzteren aus gleichartigen Atomen bestehen, während in sogen. chemischen Verbindungen ungleichartige Atome zu Massentheilchen vereinigt sind, wobei in allen Fällen die Atomanziehung zur Geltung kommt und die Bildung von Verbindungen aus der Wechselwirkung verschiedener Stoffe auf einander als das Ergebniss des theilweisen Ersatzes von Atomen der einen Art durch Atome der anderen Art in bestehenden Moleculen, also als ein Substitutionsprocess erscheint.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, erscheint die Unterscheidung der Stoffe in einfache und zusammengesetzte nur bedingungsweise berechtigt und die Aufrechterhaltung des Gegensatzes von chemisch einfachen Stoffen und Verbindungen streng genommen nicht mehr haltbar, da auch die Moleküle der Elemente (mit Ausnahme jener des Quecksilbers und Cadmiums) als zusammengesetzt bez. als aus durch Atomanziehung zusammengehaltenen Atomen bestehend erscheinen und ein Unterschied zwischen einfachen und sogen. zusammengesetzten Verbindungen sonach nur darin gefunden werden kann, dass in den ersteren gleichartige Atome, in den letzteren aber ungleichartige Atome zu Molekülen vereinigt sind. Andererseits erscheint die Constanz der Gewichtsverhältnisse, in welchem die einzelnen Bestandtheile in einer Verbindung auftreten, sowie das Gesetz der multiplen Proportionen durch die Voraussetzung, dass den Atomen selbst ein bestimmtes, von der Art derselben abhängiges Gewicht zukommen müsse, vollkommen erklärt, und der Begriff des Verbindungsgewichtes muss als mit dem des Atomgewichtes sich deckend angesehen werden.

Hiebei ist jedoch zu berücksichtigen, dass den heterogenen Atomen, wenn sie in bestehenden Molekülen sich gegenseitig ersetzen, nicht der gleiche Werth zukommt, d. h. dass eine Ungleichwerthigkeit derselben insoferne besteht, als zum Ersatze eines Atomes von bestimmter Art nicht immer ein einzelnes Atom anderer Art zureicht, sondern vielfach die Erscheinung eintritt, dass von Atomen gewisser Art zwei oder mehrere zum Ersatze eines bestimmten Einzelatoms erforderlich sind, während umgekehrt Einzel-Atome, zu deren Ersatz in einer bestehenden Verbindung zwei oder mehrere Atome anderer Art herangezogen werden müssen, in Verbindungen selbst wieder zwei oder mehrere dieser Atome zu ersetzen vermögen. So ersetzt ein Atom Wasserstoff zwar ein Atom Chlor, Brom, Jod, Silber, Kalium, Natrium etc. in Verbindungen, aber zum Ersatze von einem Atom Sauerstoff, Schwefel, Selen, Barium, Calcium u. s. w. in einer Verbindung sind zwei Wasserstoff-, zwei Chlor-, zwei Kalium-, zwei Natrium-Atome nöthig, und vom Stickstoff, Arsen, Antimon u. s. w. erfordert jedes Atom drei Wasserstoffatome und ebenso viele Chlor-, Brom-, Jod-, Kalium-, Silber-Atome zum Ersatze, während endlich ein Atom Kohlenstoff, Silicium, Zinn u. s. w. vier Wasserstoff- bez. Chlor-Atome etc. zum Ersatze fordert. Umgekehrt ersetzt ein Sauerstoff-, Schwefel-, Barium-Atom u. s. w. zwei, ein Stickstoff- bez. Arsen-Atom u. s. w. drei, ein Kohlenstoff- oder Silicium-Atom vier Atome Wasserstoff, Chlor, Kalium, Silber in Verbindungen.

Es hängt dies keineswegs mit der Grösse der Atomgewichte zusammen, denn das Gewicht vieler Atome, welche zwei, drei, vier oder mehr Atome anderer Art zu ersetzen im Stande

sind, ist oft wesentlich geringer als das der einzelnen Atome, deren mehrere durch ein solches Atom ersetzt zu werden vermögen, sondern es ist dies wohl auf eine verschiedene Qualität der Anziehungskraft zurückzuführen, die solchen Atomen zukommt und man kann sich vorstellen, dass die den Atomen eigenthümliche Anziehungskraft entweder nur nach einer Richtung wirksam, also ihrer Richtung nach eine einheitliche ist, oder dass sie nach zwei, drei, vier oder mehreren Richtungen hin, wenn auch in jeder einzelnen Richtung schwächer, als die in einheitlicher Richtung wirkende Anziehungskraft anderer Atome, wirkend auftritt und demnach zwei, drei, vier oder mehr nur mit einer Anziehungsrichtung ausgestattete Atome anzuziehen und zu binden vermag. Man kann hiernach, wenn man die in einer Richtung wirkende Anziehungskraft als Anziehungseinheit bezeichnet, die Atome unterscheiden in solche, welche mit einer und in solche, welche mit mehreren Anziehungseinheiten ausgerüstet sind und soferne hiedurch der Ersatzwerth der heterogenen Atome gemessen ist, von einem verschiedenen Werthe (Verbindungswerth, Ersatzwerth, auch Werthigkeit oder Valenz) der Atome sprechen. So wird man die Atome des Wasserstoffs, des Chlors, des Broms, des Silbers, des Kaliums etc. als einwerthig (monovalent), jene des Sauerstoffs, Schwefels, Calciums etc. zweiwerthig (bivalent), jene des Stickstoffs, Arsens, Antimons etc. als dreiwerthig (trivalent), jene des Kohlenstoffs, Siliciums etc. als vierwerthig (tetravalent) bezeichnen dürfen. Das scheinbare Verbindungsgewicht oder Aequivalent wird dann der Quotient aus der Werthigkeitsgrösse in das Atomgewicht des betreffenden Elementes sein.

Soferne man nun bei dem Zustandekommen von Verbindungen eine Ausgleichung der Anziehungskräfte der sich vereinigenden heterogenen Atome annimmt, wird folgen, dass in einer Verbindung entweder eine solche Ausgleichung vollkommen oder aber nur theilweise erfolgt sein kann. Das erstere wird der Fall sein, wenn den Anziehungseinheiten der Atome der einen Art ebensoviele der Atome der anderen Art gegenüber stehen, das letztere dann, wenn die Summen der Anziehungskräfte der Atome der einen Art jener der anderen Art nicht gleich sind. Verbindungen der ersteren Art nennt man gesättigte, Verbindungen der letzteren Art ungesättigte. So würden z. B. der Chlorwasserstoff, der aus einem einwerthigen Wasserstoff- und einem einwerthigen Chloratom besteht, das Wasser, das aus einem zweiwerthigen Sauerstoff- und zwei einwerthigen Wasserstoffatomen besteht, der Arsenwasserstoff, der aus einem dreiwerthigen Arsen- und drei einwerthigen Wasserstoffatomen sich zusammensetzt, die Kohlensäure, die aus einem vierwerthigen Kohlenstoff- und zwei zweiwerthigen Sauerstoffatomen besteht, als gesättigte Verbindungen, das Wasserstoffsuperoxyd aber H_2O_2 oder der flüssige Phosphorwasserstoff PH_2, das Kohlenoxyd CO u. s. w. als ungesättigte Verbindungen anzusehen sein.

Wenn die Bildung und der Bestand von Verbindungen auf die Wirkung der den Atomen zukommenden Anziehung zurückzuführen ist, so ist es auch erklärlich, dass Verbindungen nur da zu Stande kommen können, wo die heterogenen Atome in den Bereich ihrer Anziehung kommen und soferne die Atomanziehung ebenso wie die Anziehung der Molekule als eine auf unmessbar kleine Distanzen wirkende Kraft angesehen werden muss, wird es begreiflich, dass die Bildung von Verbindungen eine möglichst innige Berührung der zur gegenseitigen Einwirkung zu bringenden Stoffe voraussetzt. Thatsächlich kommen chemische Verbindungen nur dann zu Stande, wenn die in eine Verbindung einzuführenden Stoffe in unmittelbare Berührung gebracht werden und alle Einflüsse, welche die Unmittelbarkeit der Berührung erhöhen, z. B. feine Vertheilung, Druck, Ueberführung in den Zustand der Lösung oder in die flüssige Form überhaupt (Schmelzung), begünstigen den Eintritt der chemischen Wechselwirkung. Indessen genügt auch die unmittelbare Berührung allein in manchen Fällen nicht zur Einleitung chemischer Processe und bedarf es zur Herbeiführung chemischer Verbindungsvorgänge mitunter noch besonderer Impulse, als da sind: die Einwirkung der Wärme, des Lichtes, der Elektricität, in einzelnen Fällen auch der Einwirkung der Anziehung eines dritten Körpers auf das aus der Umsetzung zu gewärtigende neue Product (prädisponirende Verwandtschaft). Offenbar ist die Wirkung solcher Einflüsse darauf zurückzuführen, dass sie eine Störung des chemischen Gleichgewichtes in den mit einander in Berührung stehenden Molekülen herbeiführen, und damit die Veranlassung zur Anordnung der Atome nach anderen Anziehungsverhältnissen geben.

Hiebei muss insbesondere in Betracht gezogen werden, dass man ebenso wenig, als man sich die, eine Masse bildenden Moleküle, im Zustande der Ruhe stehend denken kann, annehmen kann, dass die die Moleküle bildenden Atome sich in Ruhe befinden, vielmehr sich vorstellen muss, dass die in den Molekülen enthaltenen Atome sämmtlich bewegt, in einer bestimmten Art von Schwingung stehen, wobei die Art der Schwingungen von der Natur der Atome ebenso wie von dem zwischen denselben bestehenden Anziehungsverhältnisse abhängig sein muss. Soferne nun aber die Wärme, Licht oder Elektricität, die ja selbst auf Bewegungsvorgängen der kleinsten Theilchen, bez. des Aethers beruhen, auf Atomcomplexe einwirkend, zweifellos die Bewegung der Atome selbst beeinflussen müssen, wird man es begreiflich finden, dass durch solche Einflüsse Störungen in den Bewegungsverhältnissen der die Moleküle aufbauenden Elemente und damit auch Störungen der Gleichgewichtsverhältnisse solcher Atomcomplexe herbeigeführt werden können.

Von diesem Standpunkte aus sind chemische Vorgänge endlich in letzter Reihe auf Aenderungen der Bewegungsverhältnisse und, in Folge der hiedurch bedingten Störungen des Gleichgewichtes der Atome, Aenderungen in der Gruppirung derselben zurückzuführen, wodurch den geänderten Bewegungsverhältnissen entsprechende neue Gleichgewichtsverhältnisse

herbeigeführt werden. Eine solche Auffassung chemischer Processe, wonach diese, abgesehen von der Eigenart der bei denselben in Betracht kommenden Anziehung, wesentlich als auf mechanischen Gesetzen beruhende Vorgänge erscheinen, lässt auch die für alle chemischen Veränderungen charakteristische Erscheinung des Auftretens (Freiwerdens) oder Verschwindens (Latentwerdens) von Wärme begreiflich werden, soferne die Wärme selbst nichts weiter als eine besondere Art der Bewegung ist, die ebensowohl in Atombewegung umgesetzt, als sie umgekehrt, durch die Umsetzung dieser erregt werden kann. Sonach wird die bei der Bildung von Verbindungen auftretende Wärmeentwicklung (Verbindungswärme) in erster Reihe auf die Bewegungsänderungen u. z. speciell einen Bewegungsverlust oder richtiger den Energieverlust der in die Verbindung eintretenden Atome zurückzuführen und dieser denn auch durch das Mass der auftretenden Wärme messbar sein, während umgekehrt, das Latentwerden von Wärme bei anderen chemischen Vorgängen seine Erklärung in der Umwandlung der Wärme in Atombewegung (chemische Energie) findet. Da nun bei sogen. Verbindungsvorgängen sich, wie gesagt, ein Eintritt von Atomen anderen Charakters in ein Molekül (häufig von einer grösseren Anzahl derselben zugleich) vollzieht, die, vermöge des ihnen zukommenden höheren Masses der Anziehung auf den Rest der Atome des ursprünglichen Moleküls, unzweifelhaft einen Energieverlust derselben herbeiführen müssen, wird das Auftreten von Wärme die natürliche Folge sein müssen, und umgekehrt werden Vorgänge, bei welchen Atome aus complexeren Molekülen austreten und solche von geringerer Anziehung eintreten, d. s. im allgemeinen Zersetzungsprocesse, von einem Latentwerden von Wärme begleitet sein müssen. Freilich kommt die Energieänderung der Atome für das Freiwerden bez. das Latentwerden von Wärme bei chemischen Vorgängen nicht allein in Betracht, vielmehr nehmen auch die mit solchen Vorgängen verbundenen Aenderungen des Aggregatzustandes, der Dichte u. s. w. einen wesentlichen Einfluss auf das Mass der freiwerdenden oder verschwindenden Wärme.

Aus dem im obigen Gesagten folgt, dass der Bestand von einer bestimmten Verbindung nur so lange gesichert bleiben kann, als keine Störung des Gleichgewichtszustandes der das Molekül der Verbindung aufbauenden Atome erfolgt, und dass jede Störung dieses Gleichgewichtszustandes zu einem Zerfalle, bezw. zur Bildung neuer Verbindungen, also zu sogenannter Zersetzung führen muss. Solche Störungen können ebensowohl durch die Einwirkung von Atomcomplexen, deren Atome auf einzelne Atome der bestehenden Verbindung eine grössere Anziehung äussern, zustande kommen, als sie durch jede Beeinflussung der Bewegungsverhältnisse der zu einem Molekül vereinigten Atome, durch welche die Energie derselben gesteigert wird, herbeigeführt werden müssen. Da nun zweifellos Zufuhr von Wärme solche Energie-Aenderungen hervorruft, so ist leicht einzusehen, dass die Zersetzung von Verbindungen durch Wärmezufuhr endlich in jedem Falle herbeigeführt werden muss und es kann als ein allgemein giltiger Satz hingestellt werden, dass es für jede Verbindung eine Temperaturgrenze gibt, über welche hinaus sie nicht bestehen kann, also zerfällt (dissociirt). Diese Temperaturgrenze (Dissociationstemperatur) ist für verschiedene Verbindungen eine sehr verschiedene, sie liegt für einzelne Verbindungen sehr hoch (Weissglühhitze und darüber), für andere sehr niedrig, ja es gibt Verbindungen, deren Dissociationstemperatur mit der mittleren Temperatur unserer Wohnräume zusammenfällt oder sogar unter dieser liegt, so dass solche Verbindungen bei gewöhnlicher Temperatur überhaupt nicht mehr bestehen.

In ähnlicher Weise erklären sich die Zersetzungs-Erscheinungen, welche durch Licht- oder Elektricitätswirkung hervorgerufen werden können, vgl. a. die Artikel Atom I pag. 227 und Wärme, s. a. Entstehungszustand III pag. 276. *Gtl.*

Verbindungsgewicht (Mischungsgewicht), Aequivalentgewicht, Aequivalent, vgl. a. Atomgewichte bei Atom I pag. 232.

Verbindungswärme, s. b. Verbindung chemische, s. Wärme.

Verbindungswerth, Valenz, Werthigkeit, s. b. Verbindung chemische.

Verblattung, s. Holzverbindung IV pag. 406.

Verblasen bezeichnet im Hüttenwesen das Schmelzen von unreinen Metallen bei Zutritt von Luft, um schädliche Bestandtheile zu oxydiren und zu verschlacken. *E.*

Verblattung *(assemblage à mi-bois ou à paume, enche-vauchure — scarf)*, eine Holzverbindung der Böttcher, s. I pag. 677.

Verbleien (*plomber, plombage — leading*), Ueberziehen von Metallen mit Blei. Auf mechanischem Wege können gut gereinigte und vorgewärmte Metalle durch Eintauchen in geschmolzenes Blei, welches mit einer Schichte von Chlorzink bedeckt ist, verbleit werden. Auf diese Art wird man selbstverständlich nur solche Metalle oder Legirungen verbleien können, die schwerer schmelzbar als Blei sind. Es werden beinahe ausschliesslich nur eiserne Objecte verbleit, welche vorher mit verdünnter Salzsäure zu beizen sind.

Ein Bleibad zum galvanischen Verbleien erhält man durch Kochen von Bleiglätte (Bleioxyd) in Aetzkali oder Aetznatronlauge; die Anwendung des galvanischen Verbleiens ist jedoch eine sehr beschränkte.

Häufiger verwendet man dieses Bad, um auf Messinggegenständen galvanische Metallfärbungen vorzunehmen, welche unter dem Namen der Nobili'schen Farbenringe bekannt sind.

Um diese Irisirungen zu erhalten, werden die vorher gereinigten und blank gemachten Messing-Objecte entgegengesetzt, wie bei allen Galvanisirungs-Processen nicht mit dem negativen, sondern mit dem positiven Pol der Stromquelle verbunden und in das früher beschriebene alkalische Bad gebracht.

Die Waare vertritt in diesem Falle die Anode, während ein Platindraht, der mehr oder weniger in die Flüssigkeit eingesenkt wird und mit dem negativen Pol der Stromquelle zu verbinden ist, als Kathode dient. *R. R.*

Verbleien, s. Glaserarbeiten IV pag. 43.

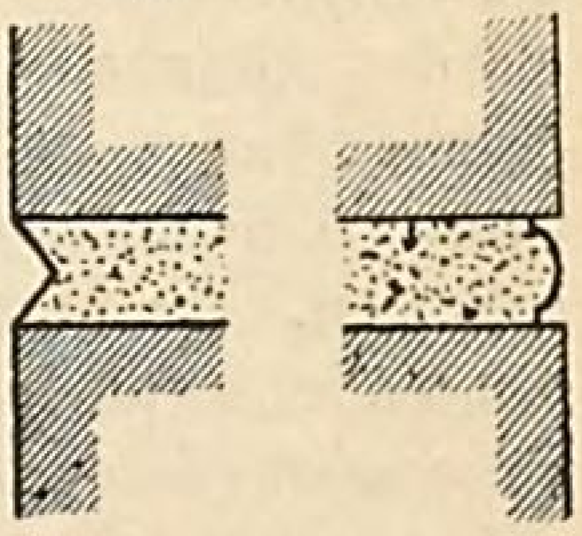
Verblenden, Verkleiden, s. Steinverband bei verkleidetem Mauerwerk VIII pag. 476.

Verbohren (*enclaver*), bei Holzverbindungen die Anwendung von Bohrloch und Holznagel. *Gr.*

Verbolzen (*cheviller — to bolt*), bei Holzverbindungen die Anwendung von eisernen Bolzen. *Gr.*

Verbrämen, Ausfugen. Das Verstreichen der Fugen an der Aussenseite des Mauerwerkes, welches nicht verputzt wird. Der Mörtel erhält eine ziemlich feste Consistenz und wird zumeist gefärbt zur Anwendung gebracht. (Farbezusatz: Braunroth und Kienruss oder Ziegelmehl und Kienruss.) Das Verstreichen geschieht mittelst des Fugeisens mit geradem oder bogenförmigem Profil je nach der Form der Fuge. Fig. 5196. Siehe auch Maurerarbeit V pag. 770 und Rohbau VII pag. 410. *Gr.*

Fig. 5196.



Verbrämen.

Verbrennung (*combustion — burning*) wird im allgemeinen Sinne des Wortes jeder Verbindungsvorgang genannt, bei welchem die Wärmeentwicklung bis zum Auftreten von Lichterscheinungen sich steigert. Im engeren Sinne des Wortes pflegt man als Verbrennung jene, von Wärme- und Lichtentwicklung begleiteten Verbindungsvorgänge zu bezeichnen, deren gewisse Körper (brennbare Körper) in der atmosphärischen Luft fähig sind, d. h. also von Wärme- und Lichtentwicklung begleitete Erscheinungen der Verbindung gewisser Körper mit Sauerstoff. Eine Verbrennung setzt sonach immer die Wechselwirkung von mindestens zwei heterogenen Stoffen, welche verbindungsfähig sind, und das Herrschen jener Bedingungen voraus, welche für das Zustandekommen der Verbindung derselben erforderlich sind und, soferne es sich um Verbrennungen im gewöhnlichen Sinne handelt, die Wechselwirkung von Sauerstoff, bez. Luft, mit Körpern voraus, die mit Sauerstoff sich leicht zu verbinden vermögen. Von den für das Zustandekommen von Verbrennungs-Erscheinungen wesentlichen Bedingungen ist in erster Reihe das Herrschen einer bestimmten Temperatur, welche für die Einleitung des Verbindungsvorganges nöthig ist (Entzündungstemperatur), zu nennen, und mit Rücksicht auf diese Voraussetzung wird eine Verbrennungserscheinung nur in dem

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Falle auf die ganze Menge eines vorhandenen brennbaren Körpers sich erstrecken, d. h. ein an einer Stelle zur Verbrennung gebrachter Körper nur in dem Falle fortbrennen können, wenn die bei dem Verbrennungsprocesse desselben entwickelte Wärme (Verbrennungswärme) unter den gegebenen Verhältnissen zureicht, um die weiteren Antheile immer wieder auf ihre Entzündungstemperatur zu bringen, bez. auf dieser zu erhalten. Hiebei kommt es nun bei Verbrennungsvorgängen an der atmosph. Luft nicht allein darauf an, dass die bei der Verbindung auftretende Wärme an sich zureiche, um die Erwärmung der in Verbrennung zu erhaltenden Körper auf die Entzündungstemperatur zu bewirken, was, wenn die unter einer Verbrennungserscheinung sich verbindenden Körper allein in Betracht kommen würden, wohl immer der Fall ist, sondern wesentlich darauf, dass kein soweit gehender Wärmeverlust eintritt, dass durch diesen der auf die verbrennbaren Körper entfallende Antheil der Erwärmung nicht geringer wird, als der Entzündungstemperatur entspricht. Solche Wärmeverluste sind aber bei Verbrennungen an der Luft sehr bedeutend, weil sich die von dem Verbrennungsprocesse gelieferte Wärme nicht nur den verbrennbaren Körpern, sondern auch dem Stickstoff der atmosphärischen Luft mittheilt, der an der Verbrennung keinen Antheil nimmt und dessen Erwärmung sonach keinen Werth für die Erhaltung der Entzündungstemperatur der brennbaren Stoffe hat. Daher kommt es, dass viele Körper an der Luft nicht fortbrennen können, wenn ihnen nicht fortgesetzt Wärme zugeführt wird und dass bei einem gewissen Grade der Herabsetzung des Sauerstoffgehaltes der Luft (wodurch ein Ueberwiegen des Stickstoffgehaltes bedingt wird) auch Körper, die an gewöhnlicher Luft fortbrennen können, verlöschen, sowie endlich, dass man auch bei Körpern, die an gewöhnlicher Luft fortbrennen könnten, durch Anwendung von Mitteln, welche einen weiteren Wärmeverlust bedingen, z. B. Zufuhr grösserer Mengen strömender kalter Luft (Ausblasen von Flammen), Begiessen mit Wasser, Berührung mit guten Wärmeleitern u. dgl., Verbrennungserscheinungen aufheben kann.

Da die Entzündungstemperaturen verschiedener Körper sehr ungleich sind, manche von ihnen schon bei sehr niedrigen Temperaturen (Phosphor z. B. bei 60⁰ C.), andere erst bei relativ hohen Temperaturen zur Verbrennung gebracht werden können, so wird die Möglichkeit, durch Wärmeentziehung die Verbrennungserscheinungen zu unterdrücken, bei verschiedenen Körpern natürlich nicht gleich sein können, und es wird bei den einen schon eine geringe Wärmeentziehung genügen, sie zum Verlöschen zu bringen, während bei anderen selbst sehr bedeutende Temperaturherabsetzung der Verbrennung kein Ziel zu setzen vermag. Immer wird dagegen die Verbrennung unterdrückt werden, wenn man die Berührung des im Brande stehenden Körpers mit Sauerstoff, bez. mit der Luft aufhebt (vgl. übg. Sauerstoff VII pag. 549, Flamme III pag. 574, Löschwesen V pag. 629, s. a. Lampen V pag. 241, s. a. Brennstoffe II pag. 14).

Die bei der Verbrennung verschiedener Körper in einer Atmosphäre von Sauerstoff entwickelten Wärmemengen sind, wenn man dieselben auf die Gewichtseinheit des mit dem Sauerstoff in Verbindung eingehenden Körpers bezieht, sehr verschieden und ein und derselbe Körper kann je nach der Natur der Verbindung, in welche er mit Sauerstoff eingeht, selbst wieder verschiedene Wärmemengen entwickeln.

Die folgende Tabelle enthält die Angaben über die Verbrennungswärmen, welche die praktisch wichtigsten Körper bei ihrer Verbrennung mit Sauerstoff entwickeln können, bezogen auf je ein Gramm der verbrennbaren Substanz, ausgedrückt in Calorien (Wärmeeinheiten).

Wasserstoff bei Verbrennung zu Wasserdampf	28780	W.-E.	
„ „ „ „ Wasser (flüssig) . . .	34182	„	(Favre u. Silbermann)
Holzkohle „ „ „ Kohlensäure	8080	„	dto.
Retortenkohle „ „ „	8047	„	dto.
Graphit nat. „ „ „	7797	„	dto.
Holzkohle bei Verbrennung zu Kohlenoxyd	2470	„	dto.
Schwefel geschmolzen, bei Verbrennung zu Schwefeldioxyd	2260	„	dto.
Phosphor gewöhnl. „ „ „ Phosphorsäure	5747	„	(Andrews)
Zink „ „ „ Zinkoxyd . .	1301	„	dto.
Eisen „ „ „ Eisenoxydul .	1258	„	dto.
Eisen „ „ „ Eisenoxyduloxyd	1582	„	dto.

Zinn	bei Verbrennung zu Zinnoxyd	1147	W.-E.	(Andrews)
Kupfer	„ „ „ Kupferoxyd	603	„	dto.
Antimon	„ „ „ Antimonoxyd . . .	961	„	dto.
Blei	„ „ „ Bleioxyd	266	„	dto.
Silicium	„ „ „ Kieselsäure	7830	„	dto.
Zinnoxydul	„ „ „ Zinnoxyd	521	„	dto.
Kupferoxydul	„ „ „ Kupferoxyd	256	„	dto.
Kohlenoxyd	„ „ „ Kohlensäure	2403	„	(Favre u. Silbermann)
Schwefelkohlenstoff bei Verbrennung zu Kohlensäure und Schwefeldioxyd		3400	„	dto.
Sumpfgas	bei Verbrennung zu Kohlensäure u. Wasser	13063	„	dto.
Aethylengas	„ „ „ „ „ „	11858	„	dto.
Amylen	„ „ „ „ „ „	11491	„	dto.
Aether	„ „ „ „ „ „	9028	„	dto.
Holzgeist	„ „ „ „ „ „	5307	„	dto.
Alkohol	„ „ „ „ „ „	7184	„	dto.
Palmitinsäure	„ „ „ „ „ „	9316	„	dto.
Stearinsäure	„ „ „ „ „ „	9716	„	dto.
Walrath	„ „ „ „ „ „	10342	„	dto.
Terpentinöl	„ „ „ „ „ „	10852	„	dto.
Talg	„ „ „ „ „ „	8370	„	
Wachs	„ „ „ „ „ „	9000	„	
Rüböl	„ „ „ „ „ „	9300	„	
Baumöl	„ „ „ „ „ „	11200	„	

(Ueber die Verbrennungswärme der gewöhnlichen Brennstoffe s. d. II pag. 14.)

Die bei der Verbrennung eines Körpers erzielbare Temperatur (Verbrennungstemperatur) ist abhängig der bei Verbrennung desselben gelieferten Wärmemenge, der Anfangstemperatur der bei der Verbrennung betheiligten Körper, der Menge des zur Verbrennnung erforderlichen Sauerstoffs (Luft) bez. der Menge des entstehenden Verbrennungsproductes und der spec. Wärme der entstandenen Verbrennungsproducte. Bei Kenntniss dieser Factoren lässt sich die unter gegebenen Bedingungen mit einem Brennstoffe erzielbare Temperaturerhöhung berechnen nach der allgemeinen Formel $T = \frac{c}{n \cdot s} + t$, worin T die Verbrennungstemperatur in Graden Celsius, c die bei der Verbrennung der Gewichtseinheit des verbrennbaren Körpers gelieferte Wärmemenge, t die Anfangstemperatur des verbrennbaren Körpers, n die Menge des bei der Verbrennung der Gewichtseinheit des verbrennenden Körpers gelieferte Menge an Verbrennungsproduct und s die spec. Wärme desselben ist. Wo es sich um Körper handelt, welche entweder in Folge ihrer Zusammensetzung aus verschiedenen Elementen, oder wegen ungenügender Zufuhr von Sauerstoff zu verschiedenen Verbrennungsproducten verbrennen, wird natürlich für c die Summe der Wärmeeinheiten zu setzen sein, welche den einzelnen Verbrennungsvorgängen entspricht und die sich einfach durch Addition der Producte ergibt, welche man durch Multiplication der in der Gewichtseinheit des verbrennenden Körpers enthaltenen Mengen verschiedener Elemente mit den diesen entsprechenden Verbrennungswärmen, oder der einzelnen, zu verschiedenen Verbrennungs-Producten verwandelten Antheile desselben Körpers mit der diesen Processen entsprechenden Verbrennungswärme findet. Dann wird aber für $n \cdot s$ die Summe der Producte aus den einzelnen Verbrennungs-Producten mit den zugehörigen specifischen Wärmen einzusetzen sein. Hiebei ist jedoch nicht allein die Menge der thatsächlich aus der Verbrennung neu gebildeten Producte, sondern auch jeder etwaige Ueberschuss der an der Verbrennung selbst betheiligten, oder auch der an derselben nicht weiter betheiligten, mit den verbrennenden Körpern jedoch in Berührung stehenden und daher an der Wärmeabgabe derselben Antheil nehmenden Stoffe, als Verbrennungs-Product zu berechnen.

Als Beispiel für eine solche Rechnung mag die Berechnung der Verbrennungstemperatur dienen, welche bei der Verbrennung von Schwefelkohlenstoff an der Luft, bei einer Anfangstemperatur von 15° C. und der Anwendung eines Luftüberschusses von 50 Proc. des erforderlichen Luft-Quantums erzielt werden kann, wenn der Kohlenstoff ganz zu Kohlensäure verbrennt.

Es wäre dann, da 1 Gew.-Thl. Schwefelkohlenstoff 0·1579 Kohlenstoff und 0·8421 Schwefel enthält, die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs bei Verbrennung zu Kohlensäure aber 8080 W.-E., die des Schwefels bei Verbrennung zu Schwefeldioxyd 2200 W.-E. ist, das c der obigen Formel gleich:

$$8080 \times 0{\cdot}1579 + 2200 \times 0{\cdot}8421 = 3128{\cdot}4 \text{ W.-E.}$$

Da nun 1 Gew.-Thl. Schwefelkohlenstoff zur Verbrennung des Kohlenstoffs zu Kohlensäure 0·4210 Gew.-Thl. Sauerstoff braucht, wobei 0·5789 Kohlensäure geliefert werden, zur Verbrennung des Schwefels zu Schwefeldioxyd aber 0·8421 Sauerstoff erfordert, wobei 1·6842 Schwefeldioxyd geliefert werden, so wird der Gesammtverbrauch an Sauerstoff 1·2631 betragen.

Nun besteht die Luft aus rund 23 Gew.-Thl. Sauerstoff und 77 Gew.-Thl. Stickstoff, somit wird dem erforderlichen Sauerstoffquantum eine Menge von 4·2286 Stickstoff entsprechen,

und es werden bei Aufwand eines 50 Proc. betragenden Luftüberschusses noch 0·6316 Sauerstoff und 2·1143 Stickstoff den Verbrennungsproducten beigemengt sein. Da nun die spec. Wärme der Kohlensäure bei constantem Drucke 0·2169, jene des Schwefeldioxyds 0·1544, jene des Sauerstoffs 0·2175 und jene des Stickstoffs 0·2438 ist, so wird für das $n . s$ der obigen Formel einzusetzen sein:

$$0·5789 \times 0·2169 + 1·6842 \times 0·1544 + 0·6315 \times 0·2175 + (4·2286 + 2·1243) \times 0·2438 = 2·0691$$

es ist dann die gesuchte Verbrennungstemperatur $T = \frac{3128·4}{2·0691} + 15^0 = 1516·9^0$ C.

Werden Körper verbrannt, welche wie Wasserstoff ein Verbrennungsproduct liefern, das bei höheren Temperaturen dampfförmig ist, so muss natürlich die zur Verdampfung des betreffenden Körpers erforderliche Wärmemenge in entsprechender Weise von der Verbrennungswärme in Abzug gebracht werden und also z. B. als Verbrennungswärme des Wasserstoffs nicht der Werth 34182 W.-E., sondern 28780 W.-E., d. i. die, bei der Verbrennung des Wasserstoffs zu Wasserdampf resultirende Verbrennungswärme, angesetzt werden.

Für die als Brennstoffe gewöhnlich verwendeten Materialien berechnen sich hiernach folgende Verbrennungstemperaturen:

	mit reinem Sauerstoff	mit Luft
Kohlenstoff bei Verbrennung zu Kohlensäure	10227° C.	2729° C.
„ „ „ „ Kohlenoxyd	—	1440° „
Wasserstoff „ „ „ Wasserdampf	6708° „	2755° „
Leuchtgas „ „ „ Kohlensäure u. Wasserdampf .	7487° „	2531° „
Koks .	—	2393° „
Holz bei 120° C. trocken	—	2494° „
Holz lufttrocken (mit 20 Proc. Feuchtigkeit)	—	1913° „

Da bei Verbrennungen an der Luft niemals mit der dem erforderlichen Sauerstoffquantum entsprechenden Luftmenge das Auskommen gefunden werden kann, und zu einer vollständigen Verbrennung fester Stoffe stets ein Luftüberschuss, mindestens das Doppelte des erforderlichen Luftquantums aufgewendet werden muss, so stellen sich in der Praxis die Verbrennungstemperaturen natürlich noch niedriger und es berechnet sich z. B. für Kohlenstoff bei Verbrennung zu Kohlensäure nur 1445° C., für Koks 1341° C., für lufttrockenes Holz 1102° C., für bei 120° C., trockenes Holz 1291° C., wogegen sich bei Verbrennung von Gas, die eines weit geringeren Luftüberschusses bedarf, ein der theoretischen Temperatur weit näher kommender Effect erzielen lässt.

Für die bei einer Verbrennung erzielte Temperatur sind indessen auch noch andere Umstände massgebend. Zunächst ist es die Reactionsgeschwindigkeit der an der Verbrennung betheiligten Stoffe, die bei mit einander verbrennenden Gasen z. Th. von der Molekulargeschwindigkeit derselben abhängig ist. Der Einfluss dieses Factors ist leicht begreiflich, wenn man in Betracht zieht, dass die erzielte Verbrennungs-Temperatur nichts weiter als der durch die freiwerdende Verbrennungswärme hervorgerufene Erhitzungseffect der die Wärme unmittelbar aufnehmenden Körper ist, und dass dieser Erhitzungseffect natürlich um so grösser sein muss, je grösser einerseits die auftretende Wärmemenge und je geringer andererseits das Zeitmass ist, innerhalb welches dieselbe zur Geltung kommt. Da nun, wie aus dem oben Gesagten zu entnehmen, die Verbrennungswärmen der Menge des zur Verbrennung gebrachten Körpers proportional sind, so ist zunächst klar, dass die in der Zeiteinheit zur Entwicklung kommende Wärmemenge um so grösser sein wird, je grösser die Menge des in der Zeiteinheit verbrennenden Körpers ist, und dass sonach die Menge der in der Zeiteinheit frei werdenden Wärme um so grösser sein wird, je grösser die Geschwindigkeit ist, mit welcher der dem Verbrennungsprocesse zu Grunde liegende Verbindungsvorgang sich vollzieht. Ebenso ist es aber auch begreiflich, dass bei grösserer Geschwindigkeit des Verbrennungsprocesses der Verbrennungsherd einen beschränkteren Raum wird einnehmen können als bei geringerer Geschwindigkeit dieses Vorganges, was zur Folge haben muss, dass die auftretende Verbrennungswärme zunächst einem geringeren Raummasse der im Verbrennungsherde vorhandenen Körper, also einer geringen Menge derselben zugeführt, bezw. zur Erhitzung derselben verwendet werden wird, als wenn die Verbrennung bei geringer Geschwindigkeit des Processes zu ihrem Vollzuge einen grösseren Raum in Anspruch nimmt. Hiebei ist natürlich nicht nur die grössere Masse der an der auftretenden Wärme zunächst participirenden Körper dafür ausschlaggebend, dass der Erhitzungseffect ein geringerer ist, sondern es werden mit der grösseren räumlichen Ausdehnung natürlich auch

die Wärmeverluste, welche durch Ableitung und Strahlung sich ergeben, in der Zeiteinheit grösser werden müssen, als dies anderenfalls statthaben würde. Hieraus folgt unmittelbar, dass Verbrennungsprocesse, welche sich zwischen gasförmigen Körpern vollziehen, im Allgemeinen grössere Erhitzungseffecte liefern als solche, die sich zwischen gasförmigen und festen oder flüssigen Körpern vollziehen, weil die Molekulargeschwindigkeit und sonach mittelbar auch die Raschheit des Verbrennungsprocesses bei gasförmigen Körpern im Allgemeinen grösser ist, als bei flüssigen oder gar festen Körpern, und weiters, dass bei Verbrennungen von Gasen selbst wieder die erzielbare Temperaturerhöhung um so grösser werden kann, je höher der Druck ist, unter welchem die zur Verbrennung gelangenden Gase stehen.

Ein anderes Moment, welches von wesentlichem Einflusse auf die erzielbare Höhe der Verbrennungstemperatur ist, ist der Grad der Widerstandsfähigkeit der bei der Verbrennung gebildeten Producte gegen den Einfluss der Erhitzung. Alle Verbindungen haben nur Bestand innerhalb gewisser Temperaturgrenzen, und es lässt sich behaupten, dass es für jede chemische Verbindung ein Temperaturmaximum gibt, über das hinaus sie nicht weiter zu bestehen vermag, sondern zerfällt, d. h. sich entweder in einfachere Verbindungen oder gar in ihre Elemente zersetzt (dissociirt). Bei diesen Temperaturen (Dissociationstemperaturen) beginnt somit der Zerfall der Verbindungen und mit diesem Zerfalle geht ein Wärmeverbrauch, eine Umsetzung von Wärme in chemische Energie einher, welche nicht mehr als Wärme wahrnehmbar ist, und dieser Wärmeverlust wird gleich sein dem Masse von Wärme, welches bei der Verbindung des zur Bildung der der Dissociation zugeführten Theile der Verbindung in Reaction gekommenen Quantums der Bestandtheile geliefert worden ist. Je niedriger daher die Dissociationstemperatur eines Verbrennungsproductes liegt, desto niedriger wird auch die Temperatur sein müssen, welche bei der Verbrennung der zu einem solchen Verbrennungsproducte sich verbindenden Stoffe erzielt werden kann, wenn nicht durch Anwendung höherer Drücke, welche innerhalb gewisser Grenzen die Dissociation zu verzögern geeignet sind, oder durch Beimengung indifferenter oder schwer dissociirenden Körper die Dissociation beschränkt wird. Vgl. a. die Artikel Rauch VII pag. 272 und Rauchverzehrung VII pag. 290. *Gtl.*

Verbrennungswärme, s. b. Verbrennung, s. a. Wärme.

Verdachung (*entablement — weather moulding*), ein Gesims über Fenster- und Thüröffnungen. *Gr.*

Verdämmungen, s. Bergbau I pag. 402.

Verdampfen, s. Abdampfen I pag. 3, s. Dampf II pag. 504.

Verdauungsferment, s. Pepsin VI pag. 600.

Verde antico, Verdello, s. m. grüner Marmor, s. Marmor V pag. 752, vgl. a. Serpentin.

Verde di Corsica, s. m. Gabbro III pag. 664.

Verdigris (*vert de gris, verdet*), s. m. Grünspan d. i. bas. essigs. Kupfer s. d. V pag. 201.

Verdichtung, s. Condensation II pag. 404.

Verdichtungsapparate, s. Compressoren II pag. 396, vgl. a. Pressen VII pag. 20.

Verdickungsmittel, s. b. Zeugdruckerei, vgl. a. Albumin I pag. 80, vgl. Stärke VIII pag. 403, s. a. Stärkegummi VIII pag. 423, s. Gummi IV pag. 185, s. Traganth IX pag. 545 u. a. m.

Verditer, s. m. Bremergrün, s. b. Bremerblau I pag. 800.

Verdrängungsapparat, Deplacirungsapparat, vgl. Auslaugen I pag. 258, s. a. Extracte III pag. 342.

Verdübeln, die Verbindung durch Dübel (Dippel) aus Holz, Stein oder Eisen. S. a. Dübelboden II pag. 594, Holzverbindungen IV Fig. 2107, Steinverband VIII Fig. 4457. *Gr.*

Verdünnung (*dilution — attenuation*), Dilution, d. i. die Vertheilung eines Körpers in einem anderen, indifferenten, bez. im Allgemeinen, einem die Wirkung des zu verdünnenden Körpers abschwächenden Medium, speciell die Vermischung einer Flüssigkeit mit einer anderen indifferenten und den Wirkungsgrad der verdünnten Substanz vermindernden. Auch von Gasen gebraucht man denselben Ausdruck, u. z. sowohl zur Bezeichnung der Vertheilung eines derselben in einen anderen, als auch zur Bezeichnung der Dichteverminderung desselben, vgl. a. Luftpumpe V pag. 675, vgl. a. Vacuum X pag. 41. *Gtl.*

Verdunstung, s. b. Abdampfen I pag. 3.

Vereinsmark. Eine Gewichtseinheit zur Angabe des Werthes der Geldmünzen, welche einem Gewichte von 233·8555 Gramm gleichkommt. *E.*

Verfallungsgrat, die Uebergangslinie aus einem horizontalen Dachfirst in einen höher gelegenen, s. Dachausmittlung II Fig. 835. *Gr.*

Verfugen, s. Verbrämen.

Vergährung und **Vergährungsgrad**, s. Bier I pag. 514, s. Branntweinbrennerei I pag. 784.

Vergasung, s. m. Verflüchtigung, s. Destillation, s. a. Sublimation.

Vergiessen (*burning together*). Das Verfahren, wodurch Metallflächen mittelst eines zwischen sie eingegossenen, stark erhitzten Metalles vereinigt werden, welches letztere die Flächen selbst zu theilweiser Schmelzung bringt, sich also innig damit verbindet. Mit dem Worte Vergiessen bezeichnet man auch das Befestigen von Eisen in Stein mittelst Gyps oder Blei. *E.*

Verglasung, s. Glas, s. Email, s. Glasiren bei Thonwaarenfabrication.

Verglühen (*dégourdir — biscuit-baking*), s. b. Thonwaarenfabrication IX pag. 238.

Vergolden (*dorer, dorure — gilding*). Ueberziehen metallischer oder nicht metallischer Gegenstände mit Gold.

Es ist bei allen einzuschlagenden Vergoldungs-Methoden nothwendig, um gute und haftbare Gold-Ueberzüge zu erzielen, die Gegenstände zunächst auf das Beste und Sorgfältigste zu reinigen.

Alle Metall-Objecte sind durch die verschiedenen Arbeits-Processe, die dieselben während ihrer Fabrication durchzumachen haben, mehr oder weniger mit einer an der Oberfläche fest haftenden Fett- und Oxydschichte verunreinigt, von welcher sie vorerst befreit werden müssen. Die blosse Berührung eines Objectes oder auch nur das Liegen desselben an der Luft ist, wenngleich die hiedurch entstandenen Verunreinigungen nicht immer merklich sind, dennoch genügend, das gute Anhaften eines Metall-Ueberzuges zu verhindern.

Um fett- und oxydfreie Oberflächen herzustellen, nimmt man mit diesen Waaren hinter einander verschiedene Operationen vor, die insgesammt mit dem Namen des Decapirens bezeichnet werden. Diese verschiedenen Decapirungs-Arten richten sich nach der Beschaffenheit der zu reinigenden Metalle. Hauptsächlich werden Gegenstände aus Kupfer oder aus Legirungen, die grössere Quantitäten dieses Metalles enthalten, vergoldet, wie: Tombak, Messing u. dgl. Das Entfetten solcher Objecte kann entweder durch Glühen derselben — wobei das Fett verbrannt wird — oder durch Kochen in kohlensauren oder ätzenden Alkalien, wodurch das Fett verseift wird, oder endlich durch Behandeln mit Benzin oder ähnlichen fettlösenden Flüssigkeiten bewerkstelligt werden.

Das Entfetten durch Glühen wird man selbstverständlich rationell nur dann vornehmen, wenn die Waaren hiedurch nicht zu viel leiden.

Nach dem Glühen bringt man sie noch heiss in verdünnte Schwefelsäure, um das Oxyd möglichst zu lösen, worauf dieselben gewaschen und getrocknet werden.

Entschieden am häufigsten werden die Metall-Gegenstände durch längeres Kochen in Laugen entfettet; man bürstet sie dann gut mit Wasser ab, trocknet dieselben, um sie dann durch längere Zeit, oft auf viele Stunden in verdünnte Schwefelsäure zu bringen.

Die auf diese oder jene Weise behandelnden Metalle passirt man des Weiteren rasch durch concentrirte Salpetersäure, der man kleine Quantitäten von Kienruss und Kochsalz zugefügt hat, um sie nach erfolgtem Abspülen mit Wasser neuerdings auf wenige Secunden in die eigentliche Brenne, einem Gemische von gleichen Theilen concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure, welcher ganz kleine Mengen von Kochsalz beigefügt sind, zu tauchen.

Hierauf wäscht man zu wiederholten Malen mit reinem Wasser gut nach.

Wenn die Gegenstände tadellos decapirt sind, so zeigen sie nach dieser letzten Procedur ein schön glänzendes, fleckenloses Aussehen.

Will man statt der glänzenden Oberfläche eine matte haben, so bringt man die Objecte statt in die früher beschriebene Glanzbrenne in die sogenannte Mattbrenne, welche doppelt so viel Salpetersäure enthält und in welcher auch nebst Kochsalz etwas Zink-Vitriol gelöst ist.

In dieser Flüssigkeit können die Gegenstände je nach Bedarf auch mehrere Minuten verbleiben; selbstverständlich werden dieselben hierauf gut mit Wasser gewaschen. Ein neuerliches Durchziehen solcher mattgebrannter Objecte durch die Glanzbrenne benimmt ihnen nicht ihr mattes Ansehen, sondern lässt es nur um so schöner zur Geltung kommen.

Auch nach dieser Operation muss neuerdings gut gewaschen werden.

Zum Abbrennen sehr zarter und kleiner Stücke verdünnt man diese Flüssigkeit noch mit einer entsprechenden Quantität Wasser, weil die concentrirten Säuren auf diese allzu heftig einwirken würden.

Alle hier angeführten Säuregemische sind, weil diese unmittelbar nach ihrer Bereitung heiss geworden, nicht zu gebrauchen, sondern dürfen erst im erkalteten Zustande angewendet werden.

Die soweit decapirten Objecte zieht man nun noch durch eine sehr verdünnte Lösung von salpetersaurem Quecksilber, wodurch sie sich mit metallischem Quecksilber überziehen und bei guter Decapirung ein schön weisses Aussehen erhalten.

Nach abermaligem Waschen in destillirtem Wasser werden die so vorbereiteten Gegenstände nun in das Goldbad gebracht, vorausgesetzt, dass solche auf nassem Wege vergoldet werden sollen.

Bei der Decapirung von Eisen, Stahl, Zink, Zinn, Blei u. dgl. beschränkt man sich nach dem Entfetten auf ein Beizen mit verdünnter Schwefel- oder Salzsäure und auf mechanische Reinigungsmittel durch Abreiben der Objecte mit feinem Sand, Bimsstein oder mit noch feineren Schleifmitteln, verkupfert sodann die Gegenstände früher (siehe Verkupfern), bevor man sie vergoldet oder versilbert.

Der Verkupferung folgt ein Verquicken, um dann die Waaren in's Goldbad zu bringen. Für solche Gegenstände, die verkupfert werden müssen, ist die Verkupferung so zu sagen als eine Decapirungs-Arbeit anzusehen.

Häufig werden, trotz Einhaltung aller beim Decapiren zu beobachtenden Vorschriften, die Waaren in den Vergoldungsbädern fleckig oder missfärbig; das Gold lagert sich nicht gleichmässig auf die Oberfläche der Objecte und man muss dann solche Stücke mittelst einer feinen Hand- oder rotirenden Circular-Messing-Kratzbürste sorgfältig nachkratzen, um sie dann neuerdings in das Vergoldungsbad zu bringen. Auch diese Procedur ist als eine Decapirungsart zu betrachten. Das Kratzen geschieht stets nass, und es müssen die dazu verwendeten Kratzbürsten

sowohl, wie die Gegenstände selbst mit Wasser, in welchem am besten vorher Seifenwurzel oder Süssholz abgekocht wurde, benetzt werden.

Alles über das Decapiren Angeführte bezieht sich nicht etwa nur auf die zu vergoldende Waare allein, sondern überhaupt auf alle Metall-Objecte, die mit anderen Metall-Niederschlägen zu überziehen sind, und es kann nicht nachdrücklich genug darauf aufmerksam gemacht werden, dass in erster Linie ein gutes Resultat von einem guten Decapiren abhängig ist.

Um silberne Gegenstände behufs vorzunehmender Vergoldung zu reinigen, glüht man dieselben vorher aus, beizt in verdünnter Schwefelsäure und kratzt dieselben, wenn nothwendig, nach vorherigem Abwaschen.

Man unterscheidet verschiedene Methoden des Vergoldens, und zwar sei vor Allem der ältesten der sogen. Feuer-Vergoldung Erwähnung gethan, die, wenngleich heute nurmehr selten angewendet, doch vielfach als die beste unter allen Vergoldungsarten angerühmt wird.

Obschon betreffs Schönheit und Haltbarkeit des Resultates dieser Methode nicht das Geringste einzuwenden ist, so sollte dieselbe schon aus sanitären Rücksichten für die betreffenden Arbeiter gar nicht mehr geübt werden. Ausserdem haben auch die bedeutenden Herstellungskosten der Feuer-Vergoldung Veranlassung gegeben, einen Ersatz für diese Methode zu schaffen, was seit Einführung der galvanischen Vergoldung vollkommen gelungen ist.

Die im Feuer zu vergoldenden, früher sorgfältig decapirten Gegenstände aus Kupfer, Tombak u. dgl. werden mit Gold-Amalgam betragen. Das Gold-Amalgam wird in einem kleinen Tiegel so bereitet, dass man nach und nach zu stark erhitztem Quecksilber ganz dünne und kleine Stückchen von Gold (circa die doppelte Quantität des genommenen Quecksilbers) unter beständigem Umrühren mit einem Eisendraht hinzufügt, wonach man eine knetbare Masse von wachsartiger Consistenz erhält. Ein aliquoter, zur Vergoldung eines Gegenstandes hinreichender Theil des so bereiteten Gold-Amalgams wird nun auf eine starke Glasplatte gebracht und zerdrückt. Hierauf benetzt man eine Kratzbürste mit einer Lösung von salpetersaurem Quecksilber, nimmt hiezu etwas von dem ausgebreiteten Amalgam und reibt das zu vergoldende Stück gut damit ein, bis es auf seiner ganzen Oberfläche und in allen Vertiefungen damit gleichmässig überzogen ist. Man wiederholt diese Operation öfter, indem man die Kratzbürste abwechselnd in salpetersaures Quecksilber taucht und dann jedesmal etwas vom Amalgam hinzunimmt, bis die ganze zu verwendende Quantität verbraucht ist. Der auf diese Weise gut und gleichmässig mit Gold-Amalgam überzogene Gegenstand wird nun unter beständigem Wenden nnd Drehen über ein gelindes Kohlenfeuer gehalten und dabei gut mit einer starken Borstenbürste abgerieben, bis das Quecksilber verflüchtigt ist.

Für den Fall, als die Vergoldung nach dem Abtriebe des Quecksilbers noch etwas zu wünschen übrig liesse, müsste die eben beschriebene Operation des Kratzens mit salpetersaurem Quecksilber uud Goldamalgam wiederholt und neuerdings das Quecksilber abgeraucht werden.

Das auf diese Weise vergoldete Object hat ein schön gelbes Ansehen, vorausgesetzt, dass man reines Gold verwendet hat.

Silberhältiges Gold macht die Farbe grünlich erscheinen.

Um den vergoldeten Stücken ein glänzendes Aussehen zu geben, bestreicht man sie mit einem dünnen Brei von Salpeter und Alaun, welche Salze mit Weinessig angemacht werden und fügt zum Behufe der Färbung auch Ocker, fein gepulverten Blutstein u. dgl. dieser Mischung zu; man erwärmt hierauf die bestrichenen Objecte, wäscht sie nun im lauen Wasser und reibt sie schliesslich mit einer Borstenbürste ab.

Es gibt ausser den hier angeführten Körpern noch eine Unzahl von Präparaten, welche denselben Zweck erfüllen und die denn auch mehr oder weniger zur Färbung der Vergoldung benützt werden.

Diese hier beschriebene Färbungs-Methode ist nicht nur für feuervergoldete Gegenstände brauchbar, sondern kann auch bei Objecten, die auf galvanischem Wege vergoldet wurden, angewendet werden. Manchmal gibt man namentlich kleineren Stücken auf eine andere Art eine röthliche Färbung und zwar durch das sogenannte „Glühwachsen“.

Das Glühwachs bereitet man sich durch Schmelzen von gelbem Wachs, welchem man nebst Oel auch Grünspan, Ocker oder andere färbende Stoffe in entsprechender Menge hinzugibt. In diese gut gerührte Masse werden die zu färbenden Gegenstände getaucht und dann unter fortwährendem Schütteln erhitzt. Wachs und Oel verbrennen, worauf man die Objecte in verdünnte Schwefelsäure bringt, um sie nach erfolgtem Waschen und Trocknen durch Scheuern oder auf andere Weise glänzend zu machen.

Dem Glühwachsen unterwirft man, wie erwähnt, nur kleine Waaren und auch in der Regel nur solche, welche mit einem goldärmeren Amalgam vergoldet wurden und daher mit einer dünneren Goldschichte überzogen sind.

Um den feuervergoldeten Gegenständen hingegen ein schönes mattes Ansehen zu geben, werden sie heiss mit einem Brei von Salpeter, Alaun und Kochsalz bestrichen und anfangs gelinde, zuletzt stark erhitzt, worauf die schmelzenden Salze die Objecte ganz überziehen; schliesslich werden dieselben in ein grösseres Gefäss mit kaltem Wasser geworfen, wodurch sich die Salze lösen. Bei dieser Procedur entwickelt sich Chlor, welches auf die Goldschichte corrodirend wirkt, und es ist daher auch begreiflich, dass nur stark und gleichmässig vergoldete Stücke auf diese Weise mattirt werden können. Ist jedoch die Goldschichte nur eine dünne, so verschwindet dieselbe entweder ganz oder grossentheils, wodurch die Gegenstände verdorben werden.

Eine andere Methode, auf trockenem Wege zu vergolden, ist die des Anreibens. Hierbei werden Silber oder versilberte Waaren mit dem sogenannten Anreibgold vergoldet, doch sei hier bemerkt, dass eine solche Vergoldung nur sehr schwach und wenig dauerhaft ist.

Das Anreibgold wird dadurch bereitet, dass man kleine Leinwandstücke in Goldchlorid tränkt, dieselben trocknet und dann verbrennt. Die Asche bildet nun das sogenannte Anreibgold, welches auf die vorher gut gereinigten Gegenstände mit dem Daumen oder einem Kork aufgerieben wird. Durch ein nachträgliches Poliren erhält das Stück nicht nur Glanz, sondern auch ein gleichmässiges Ansehen.

Das Gold-Plattiren beruht auf der Vereinigung von Goldblech mit einem anderen Metall (meistens Kupfer) auf mechanischem Wege durch starken Druck, analog wie dies beim Artikel Versilbern ausführlich beschrieben wird.

Das Belegen mit Blattgold wird hauptsächlich bei grösseren, eisernen oder Stahl-Objecten vorgenommen, die vorher gut gebeizt und geglüht werden müssen. Vor dem Belegen derselben mit Blattgold werden sie mit Oelfarbe oder Firniss versehen, welche Stoffe als Bindemittel zu betrachten sind.

Auf nassem Wege kann man die gut decapirten Gegenstände vergolden entweder durch ein blosses Eintauchen derselben in ein entsprechendes Goldbad oder unter gleichzeitiger Zuhilfenahme des elektrischen Stromes (Galvanische Vergoldung). Die Vergoldung durch Eintauchen beruht darauf, dass sich von den gut decapirten Gegenständen beim Hineinbringen in die Goldlösung eine Spur des Metalles löst, statt welcher sich eine entsprechende Quantität Gold auf die Waare ablagert. Die Goldflüssigkeit wird heiss verwendet und ist hauptsächlich darauf Bedacht zu nehmen, dass sie sich leicht zerlege, da hiebei kein Strom in Anwendung kommt, der wie bei der galvanischen Vergoldung die Zersetzung der Flüssigkeit, respective Abscheidung des metallischen Goldes bewerkstelligt.

Die Procedur wird auch Goldsieden genannt und währt nur wenige Secunden; selbstverständlich ist die abgelagerte Goldschichte ungemein dünn. Das am besten hiezu geeignete Bad besteht nach Roseleur aus: 10 Kilogramm

pyrophosphorsaurem Natron, 8 Gramm Blausäure und 24 Gramm krystallisirtem Goldchlorid, welches 10 Gramm metall. Gold entspricht.

Bei der Bereitung dieses Bades ist hauptsächlich darauf zu achten, dass das Goldchlorid einerseits nicht sauer, andererseits nicht „verbrannt“ ist. Letzterer Uebelstand entsteht, wenn die Auflösung des Goldes in Königswasser zu stark eingedampft und erhitzt wurde, das Goldchlorid wird nämlich dabei zu Chlorür oder selbst zu metallischem Golde reducirt.

Das richtig zubereitete Goldchlorid wird in Wasser gelöst, filtrirt, um die kleinen Quantitäten Chlorsilber, vom Silber herrührend, welches meistens im Gold enthalten, zu beseitigen.

Zu der schon früher hergestellten heissen Lösung von pyrophosphorsaurem Natron setzt man nach dem Erkalten das Chlorgold und die Blausäure hinzu, worauf das Bad erhitzt wird und zum Gebrauche geeignet ist.

Nach dieser Vergoldungs-Methode werden nur ganz kleine, zumeist aus Kupfer bestehende Gegenstände vergoldet. Man kann jedoch auch durch blosses Eintauchen dadurch eine stärkere Goldschichte herstellen, dass man die Objecte, sobald sie mit einer dünnen Goldschichte überzogen sind, wieder verquickt, wäscht und damit neuerdings ins Goldbad geht; die dünne Quecksilberschichte löst sich im Bade auf und es belegt sich der Gegenstand mit einem neuen, zweiten dünnen Goldhäutchen. Durch oftmaliges Wiederholen dieser Operation kann man selbst eine verhältnissmässig starke Vergoldung erzielen.

Eine minimale Quantität eines Silbersalzes zu einem Goldbade ergibt eine *grüne* Vergoldung. *Röthliche* Vergoldungen kann man durch Färbung, wie früher beschrieben, erhalten.

Die sogenannte *Contactvergoldung* bildet, wenn man so sagen darf, den Uebergang von der Eintauche-Vergoldung zur galvanischen Vergoldung.

Streng genommen ist auch erstere eine galvanische zu nennen, da die Berührung zweier verschiedener Metalle, die in eine Salzlösung getaucht sind, wie dies beim Contact-Process der Fall ist, stets einen elektrischen Strom hervorrufen. Die zu vergoldenden Gegenstände werden an Zinkdrähte befestigt in das Bad gebracht. Im vorliegenden Falle ist nur der Unterschied, dass der Strom nicht ausserhalb, sondern innerhalb der zu zersetzenden Flüssigkeit erregt wird.

Auch eine Methode der eigentlichen Galvanoplastik beruht darauf, einen Strom in der Kupfervitriollösung durch Berührung von Zink mit dem elektronegativen Pol (in diesem Falle die Form selbst, auf welcher Kupfer gefällt werden soll) hervorzurufen. (Vergl. III pag. 682.)

Bei der *galvanischen Vergoldung* existiren sehr viele Vorschriften, nach welchen die betreffenden Bäder hergestellt werden können.

Als Goldsalz benützt man stets das Goldchlorid, da dieses immer bei Anwesenheit von Cyankalium in die Doppelverbindung Cyangoldcyankalium (Kaliumgoldcyanid) übergeführt wird, welche leicht durch den elektrischen Strom unter Abscheidung des Goldes an dem negativen Pol, der Kathode, zerlegt wird.

Die galvanische Vergoldung wird sowohl in kalten als auch in heissen Bädern vorgenommen, letztere bringen unter sonst gleichen Umständen schönere Farbentöne hervor.

Man verwendet entweder Anoden von Gold oder von Platin; bei Benützung ersterer bleibt die Flüssigkeit annähernd gleich reich an Gold, während bei Anwendung letzterer die Goldbäder immer ärmer an Gold werden, daher diese durch Zusatz von entsprechenden Goldsalzen auf ihrer ursprünglichen Concentration zu erhalten oder durch neue Bäder zu ersetzen sind.

Bei Anwendung von Gold-Anoden treten ausser der Zerlegung der goldhältigen Flüssigkeit durch den elektrischen Strom, auch secundäre chemische Processe ein, die bedingen, dass das an der Anode ausgeschiedene Cyan eine entsprechende Quantität des Metalles in Cyangold überführt, welches durch das in

der Flüssigkeit vorhandene Cyankalium wieder in das Doppesalz Cyangold-Cyankalium umgewandelt wird.

Analoge Processe gehen auch bei Fällung von anderen Metallen durch den elektrischen Strom vor sich.

Je nachdem dem Goldbade eine geringe Menge eines Silber- oder Kupfersalzes beigegeben wird, erhält man eine grünliche oder röthliche Vergoldung.

Bei Hinzufügung beider dieser Metallsalze zum Goldbade kann man eine rosa gefärbte Vergoldung erzielen. Auch die Goldanoden können mit Silber oder Kupfer, eventuell auch mit beiden Metallen behufs Vornahme verschiedener Farbentöne legirt werden. Ueberdies ist die Farbe auch von der Concentration und der Temperatur des zu verwendenden Bades, ferner von dem Flächenverhältnisse der Anoden zu den zu vergoldenden Waaren und endlich auch von der Stromstärke abhängig. Die hier erwähnten Farbentöne werden namentlich in warmen Vergoldungsflüssigkeiten leichter bewerkstelligt und man benützt zu diesen auch hauptsächlich Anoden aus Platin, welche je nach Bedarf tiefer oder seichter in die Flüssigkeit eingesenkt werden.

Wie schon früher bemerkt, können alle Metalle oder deren Legirungen direct oder indirect nach vorheriger Verkupferung vergoldet werden.

Um auf kaltem Wege zu vergolden, verwendet man nach Roseleur ein Bad, welches aus 1 Liter Wasser, 40 Gramm Cyankalium, 10 Gramm metallisches Gold in Chlorid übergeführt und 2 Gramm Ammoniak besteht. Von der früher gebräuchlichen Methode, nämlich das durch Fällung von Goldchloridlösungen mit Ammoniak erhaltene Goldoxydammoniak (Knallgold) nach vorherigem Auswaschen noch feucht in Cyankalium zu lösen, ist man in neuerer Zeit auch mehr oder weniger abgegangen, da dieses Verfahren ungleich umständlicher ist und gegen das andere keine Vortheile bietet.

Die Zersetzungszellen, in welche die zur kalten Vergoldung bestimmten Bäder gebracht werden, bestehen jetzt grösstentheils aus gut glasirten Thongefässen, die in allen Formen und Dimensionen im Handel vorkommen. Es werden auf dieselben drei, am besten aus Kupfer bestehende Stäbe so gelegt, dass diese gleich weit von einander entfernt sind.

Der mittlere Stab wird an seinem Ende mit dem negativen Pol der zu verwendenden Stromquelle durch eine Klemme verbunden und dient dazu, um darauf die an entsprechenden Metalldrähten befestigten und gut decapirten Waaren so in's Bad zu hängen, dass dieselben vollständig von der Flüssigkeit bedeckt sind.

Die beiden äusseren Stäbe, an welchen die Goldanoden am zweckmässigsten mit Platindrähten befestigt werden, sind unter einander und gleichzeitig auch mit dem positiven Pol leitend verbunden. Selbstverständlich dürfen die Anoden, welche den Gegenstand in der Flüssigkeit von allen Seiten umgeben sollen, die Waaren nicht berühren, da sonst die Kette metallisch geschlossen wäre und keine Zerlegung der Flüssigkeit erfolgen könnte.

Ganz ähnliche Zersetzungs-Gefässe verwendet man beim Versilbern, Verkupfern, Vermessingen, Vernickeln u. dgl., kurz bei allen galvanoplastischen Processen, die in der Kälte vorgenommen werden.

Solche Thongefässe dürfen jedoch wegen der Gefahr des Zerspringens weder direct erwärmt, noch mit warmen Bädern gefüllt werden. Da diesfalls hiebei ein doppelter Verlust (Gefäss und Bad) eintreten könnte.

Früher wurden vielfach Holzgefässe verwendet, die mit Guttapercha ausgefüttert waren; diese haben aber den Uebelstand, dass sie an den oberen Kanten leicht einreissen, und solche Sprünge setzen sich dann häufig fort, so dass nicht selten die Bäder theilweise oder ganz ausfliessen.

Von der Benützung von Holzgefässen ohne Fütterung ist entschieden ganz abzurathen, selbst bei Bädern, die keinen grossen Werth besitzen, weil diese derart verunreinigt werden, dass sie in kurzer Zeit ganz schlecht functioniren.

Ueber die Art, wie man den elektrischen Strom durch die sogenannten Stromregulatoren beliebig reguliren kann, sowie über die Anwendung des Galvanometers ist beim Artikel Versilbern (siehe diesen) Näheres angegeben.

Roseleur gibt auch mehrere Vorschriften zur Herstellung warmer Goldbäder an und sollen von denselben einige hier Erwähnung finden.

Das aus 10 Gramm metallischem Gold angefertigte Goldchlorid wird in 3 Kilogramm Wasser gelöst und 50 Gramm Cyankalium beigefügt.

Dieses Bad ist sehr einfach anzufertigen und kann nicht nur im warmen sondern auch im kalten Zustande verwendet werden.

Als Nachtheil wird hervorgehoben, dass es ungleichmässig wirke.

Eine andere Vorschrift, nach welcher auch Stahl- und Gusseisen-Gegenstände direct, ohne vorheriger Verkupferung warm vergoldet werden können, besteht aus: 600 Gramm krystall. pyrophoss. Natron (Di-Natriumhydrophosphat) 100 Gramm doppeltschwefligsaurem Natron (Natrium-Hydrosulfit), 10 Gramm metallischem Gold als Chlorid, 10 Kilogramm destillirtem Wasser und 10 bis 20 Gramm Cyankalium.

Hiebei wird das pyrophosphorsaure Natron in 8 Liter Wasser gelöst und unter Umrühren das in 1 Liter Wasser gelöste Goldchlorid zugefügt.

Im letzten Liter Wasser löst man das doppelt schwefligsaure Natron und Cyankalium und bringt diese Flüssigkeit zu der vorher bereiteten; es tritt sofort eine Entfärbung ein, das Bad wird vollkommen klar und wasserhell und ist auf 70° erwärmt zum Gebrauche fertig.

Namentlich bei Anwendung warmer Bäder ist eine fortwährende Bewegung der Waaren während des Processes vorzunehmen, um eine recht gleichmässige Ablagerung des Goldes zu erzielen.

Selbstverständlich sind Bäder, die im warmen Zustande angewendet werden, entweder in Porzellan oder eisernen Gefässen zu erhitzen; die übrigen Einrichtungen sind dieselben wie früher angegeben, man muss nur bei Anwendung von metallenen Geschirren darauf bedacht sein, dass die auf denselben liegenden Stäbe, die mit den verschiedenen Polen der Stromquelle verbunden sind, keine leitende Verbindung unter einander haben, sondern entsprechend isolirt sind. Sowohl kalt wie warm vergoldete Gegenstände kommen, wenn mit einem starken Ueberzug versehen, matt aus den Bädern und müssen, wie schon beim Decapiren angeführt wurde, gekratzt werden.

Handelt es sich darum, Silber oder versilberte Gegenstände nur theilweise zu vergolden, so wird man, je nachdem die Beschaffenheit oder die Form des Gegenstandes es zulässt, verschiedene Wege einschlagen können, um diesen Zweck zu erreichen.

Ein Becher z. B. der nur innen zu vergolden wäre, kann entweder aussen mit einem Decklack versehen werden und auf gewöhnliche Weise in's Bad gebracht und mit dem negativen Pol leitend verbunden werden, während die mit dem positiven Pol zu verbindende Anode, ohne den Gegenstand selbst zu berühren, in das Innere desselben frei hängend in die Flüssigkeit gesenkt werden müsste. Oder ein zweiter einzuschlagender Weg wäre der, nur in das Innere des Bechers Goldlösung einzugiessen, denselben mit dem negativen Pol zu verbinden und die darin freihängende Anode mit dem positiven Pol in leitenden Contact zu bringen. Das Bestreichen mit Deckfirniss wäre bei Anwendung dieser Methode demnach umgangen.

Es kommen aber in neuerer Zeit auch häufig Metallgegenstände im Handel vor, die blos an gewissen Stellen vergoldet sind, weshalb solche Objecte an allen übrigen Theilen, wo sich kein Gold ablagern soll, mit einer isolirenden Schichte bemalt werden müssen. Es gibt viele solche Decklacke, die angewendet werden können. Einer der gebräuchlichsten ist ein Gemisch von 2 Theilen Asphalt und 1 Theil Mastix, welche Substanzen zusammen geschmolzen und mit einer entsprechenden Quantität Terpentinöl verdünnt werden müssen.

Auch Coppallack, welcher seiner Durchsichtigkeit wegen zweckmässig mit irgend einem färbenden Mittel zu versetzen sein wird, um besser jene Stellen zu sehen, die gedeckt sind, da man sonst bei silbernen oder versilberten Objecten leicht einige Stellen zu decken übersehen könnte, leistet als Decklack gute Dienste.

Das Decken geschieht wie das Malen mittelst eines Pinsels.

Nachdem alle nicht zu vergoldenden Stellen gedeckt sind, lässt man den Gegenstand gut trocknen, um ihn dann ins Bad unter Beobachtung der bekannten Bedingungen zu bringen. Es werden sich dann nur jene Theile der Oberfläche vergolden, welche nicht isolirt sind. Der Lack ist hierauf leicht durch Waschen mit Terpentinöl, Benzin o. dgl. zu entfernen.

Man kann selbstverständlich auf ein und demselben Stück mehrere Goldtöne hervorbringen, es muss nur speciell für jeden einzelnen Farbenton das Bemalen respective Decken vorgenommen werden.

Namentlich hat der Copallack, welcher, um dünnflüssiger zu werden, mit Terpentinöl verdünnt wird, die Eigenschaft, nach gutem Trocknen, und das ist vor Verwendung gedeckter Waaren Hauptsache, selbst in warmen Flüssigkeiten noch gut auf den bemalten Arbeitsstücken zu haften.

An einen guten Deckfirniss stellt man die Bedingungen, dass er sich leicht auftragen lasse, respective dass damit gut gemalt werden könne, derselbe daher weder zu dick- noch zu dünnflüssig sei, im Bade gut hafte und endlich auf leichte Weise wieder beseitigt werden könne.

Nichtmetallische Gegenstände, welche vergoldet werden sollen, müssen vorerst leitend gemacht werden und kann man auf verschiedene Arten diesen Zweck erreichen. Näheres hierüber ist unter Artikel Verkupfern angeführt.

Am häufigsten werden unter den nicht metallischen Gegenständen Glas- und Porzellan-Objecte behufs Decorirung einzelner Stellen vergoldet.

Das Leitendmachen geschieht dadurch, dass man die zu vergoldenden Stellen mit Platinchlorid, welches mit ätherischen Oelen zu einem Brei vermengt wurde, in ganz dünnen Schichten aufträgt und nach dem Trocknen in einer Muffel brennt. Durch das Brennen reducirt sich das Platinchlorid zu metallischem Platin und sind dann solche Stellen leitend gemacht.

Es werden nun diese Gegenstände, namentlich an den leitend gemachten Stellen, mehrfach mit ganz feinen Metalldrähten verbunden und meist durch die Eintauch-Methode vergoldet. (Vgl. Goldrahmen IV pag. 139.) *Rich. Reuter.*

Vergolderleim, s. b. Leim V pag. 357, vgl. a. Gebr. Totin, Dingl. pol. Journ. 194 pag. 516.

Vergolderwachs, s. m. Glühwachs IV pag. 101, s. Vergolden pag. 105.

Vergrösserung photographische, s. Photographie VI pag. 699.

Vergrösserungsgläser, s. b. Linse V pag. 589, s. a. Mikroskop VI pag. 122.

Verin, s. b. Sabadillsamen VII pag. 451.

Verjüngung *(contracture)*. Man versteht darunter die Abnahme der oberen Dimension eines Objectes gegen die untere. Ist z. B. bei Säulen die Verjüngung $^1/_6$, so beträgt der obere Durchmesser $^5/_6$ des unteren Durchmessers der Säule. *Gr.*

Verkämmung, Aufkämmung, s. Holzverbindungen IV Fig. 2124.

Verkieseln, das Durchdringen des Holzes mit einer Auflösung von kieselsaurem Kali oder Natron, um es vor Fäulniss zu schützen.

Verkieselung, s. b. Versteinerung.

Verkitten (*cimenter, luter — cementing*), Ausfüllen von Löchern in Metall-Holzwaaren durch Kitte, s. Kitte IV pag. 765.

Verkleidung (*tablement, muraillement — disguise*), das Belegen eines Baukörpers mit einer Hülle aus einem anderen Material, z. B. Verkleidung einer Mauer mit Steinen

aus besserem Material oder mit Platten, s. verkleidetes Mauerwerk bei Steinverband VIII pag. 476; ferner Holzverkleidung, s. Lambris V pag. 241, Tafelwerk, Thürverkleidung. *Gr.*

Verknistern, s. Abknistern I pag. 19.

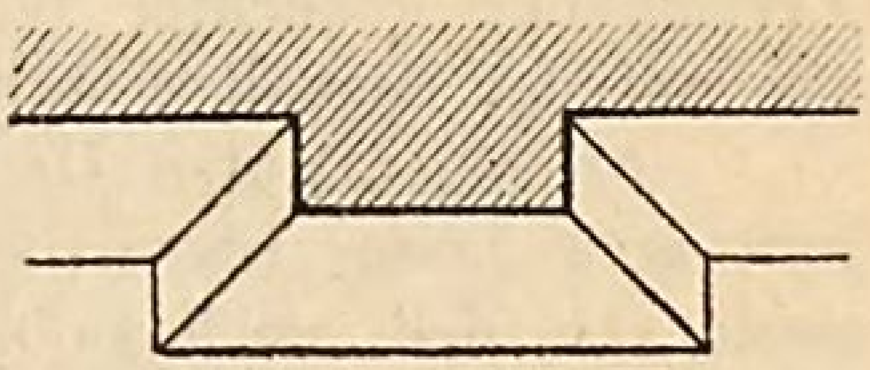
Verknüpfung, bei Hölzern der Kreuzverband, s. Holzverbindungen IV pag. 411.

Verkohlen, Verkohlung (*carbonisation — charring*), s. b. Brennstoffe II pag. 14, s. Holzkohle IV pag. 402, vgl. a. Destillation II pag. 613, s. a. Knochenkohle IV pag. 796.

Verkokung (*dessoufrage — coking*), s. b. Brennstoffe II pag. 14, s. Koks V pag. 70, s. Leuchtstoffe bei Leuchtgas V pag. 419.

Verkröpfung (*recoupement — carrying round*). Der gerade Lauf eines Gesimses wird unterbrochen durch Vor- und Rücksprung des Gesimses, z. B. einer vorgestellten Säule oder einem Wandpfeiler entsprechend. Fig. 5197 zeigt im Grundriss die Verkröpfung des Gesimses bei einem Wandpfeiler. *Gr.*

Fig. 5197.



Verkröpfung.

Verkröpfungslade, Kropflade, ein Werkzeug zur Hervorbringung zweier paralleler Gehrungsflächen bei Kröpfungen an Gesimsen. *E.*

Verkupfern (*cuivrer, cuivrage — coppering*). Das Ueberziehen metallischer oder nicht-metallischer Gegenstände mit Kupfer geschieht zumeist auf galvanischem Wege.

Die galvanische Verkupferung wird hauptsächlich bei solchen Objecten aus gewissen unedlen Metallen, wie Eisen, Stahl, Zink, Zinn, Blei u. dgl. angewendet, welche eigentlich vergoldet oder versilbert werden sollen; da weder Gold- noch Silberniederschläge direct auf den genannten unedlen Metallen gut haften, so ist man zur Vermittlung des Kupfers genöthigt. Eiserne, zinkene u. dgl. Gegenstände, welche galvanisch verkupfert sind, lassen sich dann anstandslos mit einer haltbaren Gold- oder Silberschichte auf galvanischem Wege überziehen.

Bei gewissen Eisen- und Stahlwaaren, so z. B. Spiralfedern, bei denen ein Kupferüberzug beliebt ist, weil, wenngleich ohne besonderen Grund, gerade diese Ausstattung der Waare im Handel gewünscht wird, geschieht die Herstellung des Kupferüberzuges ganz ohne jegliche Mitwirkung des elektrischen Stromes einfach nur durch Eintauchen in verdünnte, angesäuerte Kupfervitriollösung.*)

Durch diese Procedur wird jedoch ausschliesslich nur dem äusseren Ansehen des Gegenstandes Rechnung getragen und es kann von einem dauerhaften Ueberzug keine Rede sein.

Die Verkupferung erfolgt momentan und ist ganz dünn und es müssen die Objecte sofort wieder aus dem Bade herausgenommen, gut mit Wasser abgespült und getrocknet werden.

Lässt man solche Waaren länger in der Kupferlösung, so lagert sich Kupfer in Form von Pulver darauf ab, welches nicht auf der Unterlage haftet und schon mit den Fingern weggewischt werden kann.

Eine starke und zugleich haftende Kupferschichte kann einzig und allein nur auf galvanischem Wege hergestellt werden.

Zu diesem Zwecke werden die vorher gut decapirten Objecte in die Zersetzungszelle gebracht, welche mit einer wie später beschriebenen alkalischen Kupferlösung gefüllt ist und mit dem negativen Pol einer Stromquelle (Batterie, Thermosäule oder Dynamo-Maschine) leitend verbunden, während der positive Pol mit

*) Recht gut eignet sich auf wohl gereinigte Eisen- und Stahlgegenstände eine Mischung aus: 1 Theil Kupfervitriollösung von 18° B., $^1/_6$ Schwefelsäure und 4 Thl. Wasser.

den Kupferanoden, welche die Gegenstände von allen Seiten frei umgeben müssen, in Contact gesetzt wird.

Die entsprechenden Einrichtungen sind genau dieselben, welche beim Vergolden beschrieben wurden.

Als Kupferbad bedient man sich einer wässrigen Lösung von Kaliumkupfercyanür von circa 5° B. Wenn dieses Präparat nicht zur Verfügung stehen sollte, kann man statt dessen reines Bergblau verwenden, welches in Cyankalium aufgelöst wird. Aber auch durch Fällung einer Kupfervitriollösung mit kohlensaurem Natron und Auflösung des entstandenen, vorher gut gewaschenen Niederschlages in Cyankalium kann ein gut functionirendes Bad bereitet werden.

Ein kleiner Ueberschuss von Cyankalium ist stets nothwendig; Kupferbäder, in welchen zu wenig Cyankalium vorhanden ist, färben sich blau, was unter allen Umständen zu vermeiden ist.

Beim Verkupfern löst sich bei weitem nicht so viel Kupfer von den Anoden auf, als sich auf den Kathoden ablagert und ist ein öfteres Reinigen der Kupfer-Anoden zu empfehlen; auch muss dem Bade von Zeit zu Zeit eine entsprechende Quantität von Kaliumkupfercyanür zugeführt werden.

Man verwendet indessen auch auf andere Arten bereitete Kupferbäder, die, je nachdem man verschiedene Metalle darin verkupfern will, in ihren Zusammensetzungen variiren.

Im Handbuch der Galvanoplastik von Roseleur, Paris (deutsch bearbeitet von G. Kaselowsky, Stuttgart 1882) finden sich solche angeführt und liefern dieselben gute Resultate.

Bei schwer zu verkupfernden Objecten, wozu namentlich solche aus Gusseisen zu zählen sind, wendet man warme Bäder an; auch verzinnt man häufig solche Gegenstände vorher, um sie erst nachträglich zu verkupfern.

Die Anwendung eines gewöhnlichen sauren Kupfervitriolbades, wie dasselbe in der Galvanoplastik verwendet wird (siehe dieselbe), ist bei der Verkupferung von Eisen-, Stahl-, Zink- und Zinngegenständen ganz unzulässig, weil diese Metalle das einfache Kupfersalz zerlegen würden.

Es empfiehlt sich jedoch aus ökonomischen Gründen solche Objecte, die mit einem starken Kupfer-Niederschlag versehen werden sollen, zunächst in einem alkalischen Bad vor zu verkupfern und dann, wenn die Gegenstände allseitig gut mit Kupfer überzogen sind, in saurem Kupferbade fertig zu stellen.

Wie schon früher bemerkt, werden in der Regel nur Eisen-, Stahl- oder Gusseisen-Waaren, ferner solche aus Zink, Zinn, Blei u. dgl. behufs nachherig vorzunehmender Versilberung oder Vergoldung verkupfert.

Das Decapiren dieser Metalle richtet sich nach der Beschaffenheit derselben und wird verschieden vorgenommen. Es handelt sich jedoch immer darum, vollkommen fett- und oxydfreie Oberflächen zu erhalten.

Das Entfetten geschieht entweder durch Kochen der Objecte mit kohlensauren oder ätzenden Alkalien, wodurch eine Verseifung des Fettes bewirkt wird, oder durch Behandeln derselben mit Benzin, Alkohol etc., wodurch das Fett durch einfache Lösung beseitigt wird.

Beim Entfetten von Zink-, Zinn- und Bleiobjecten durch Alkalien muss man sehr vorsichtig zu Werke gehen, da diese Metalle von Laugen angegriffen werden. Nach erfolgtem Abwaschen mit vielem reinen Wasser werden Stahl- oder Eisenwaaren mit verdünnter Schwefel- oder Salzsäure gebeizt und neuerlich gut gewaschen. Zum Beizen von Gusseisen darf man nur sehr schwache Schwefelsäure verwenden und nur ganz kurze Zeit einwirken lassen.

Es ist auch nothwendig, alle zu verkupfernden Metallgegenstände durch mechanische Mittel zu reinigen, was durch wiederholtes Scheuern mit scharfem Sand oder Bimssteinpulver mittelst steifer Bürsten vorgenommen wird. Unbedingt nothwendig ist eine solche mechanische Reinigung bei Gusseisen-, Zink-, Zinn- und Blei-Gegenständen. Bei den letztgenannten drei Metallen wird sogar häufig das

Beizen unterlassen und die Reinigung einzig und allein nur durch den mechanischen Process vollzogen.

Auch ein Kratzen auf rotirenden Messing- oder Stahl-Drahtbürsten ist behufs Decapirung von sonst schwer zu reinigenden Waaren zu empfehlen. Solche Bürsten, die auf drehbankartigen Vorrichtungen eingespannt sind, müssen ohnehin zur Verfügung stehen, da die auf galvanischem Wege mit Metall überzogenen Gegenstände matt aus dem Bade kommen, namentlich dann, wenn sie mit einer starken Metallschichte belegt sind, und daher, wenn es sich um Herstellung einer glänzenden Oberfläche handelt, gekratzt werden müssen.

Das Kratzen geschieht stets nass.

Es können auch nichtmetallische Gegenstände mit Kupfer überzogen werden die jedoch selbstverständlich vorher leitend gemacht werden müssen, was, wo es angeht, durch Einreiben mit fein geschlemmtem Graphit geschieht, und ist dabei Sorge zu tragen, dass letzterer auf den Objecten gut hafte.

Glasgeräthe u. dgl. werden zweckmässig vorher mittelst Flussäure geätzt, dann mit einem leicht trocknenden Firniss bestrichen und bevor dieser ganz eingetrocknet, mit Graphit bepinselt.

Die Verkupferung solcher Gegenstände wird in sauren Kupfervitriollösungen, wie solche in der Galvanoplastik verwendet werden, vorgenommen.

Man hat versucht, solche Gläser, Porzellanschalen u. dgl., welche zu chemischen Zwecken Verwendung finden, und daher oft auf's Feuer gesetzt werden müssen, mit Kupferüberzügen zu versehen, um diese Gefässe weniger leicht zerbrechlich zu machen. Dieselben haben sich nicht immer bewährt.

Wenn sehr zarte Objecte, wie Blumen, Blätter, Früchte, Insecten u. dgl. bleibend erhalten werden sollen, überzieht man solche Stücke zweckmässig mit einer Metallschichte.

Das Leitendmachen, welches nicht gut mit Graphit geschehen kann, wird dadurch vorgenommen, dass man diese Gegenstände in eine alkoholische Höllensteinlösung taucht oder damit bepinselt und an der Luft trocknen lässt, was schnell durch die rasche Verdunstung des Lösungsmittels stattfindet, um sie dann in einen gut verschlossenen Raum zu hängen, in welchem Schwefelwasserstoffgas entwickelt wird. Das Silber des Höllensteines wird hierbei in Schwefelsilber übergeführt, welches den elektrischen Strom gut leitet. Man kann auch solche in alkoholische Höllensteinlösung getauchte und getrocknete Objecte den Dämpfen von Phosphorwasserstoff, unter den bei der Entwicklung von Schwefelwasserstoff angeführten Vorsichtsmassregeln, aussetzen. Es wird hierbei so vorgegangen, dass man Phosphor in einem Schälchen in Schwefelkohlenstoff löst und den Gegenstand in dem geschlossenen Raume, in welchem sich die Dämpfe entwickeln, frei aufhängt. Der Phosphorwasserstoff reducirt das Silbersalz zu einem, das ganze Object bedeckendem metallischen Silberhäutchen, welches selbstverständlich eine gute, leitende Schichte bildet. Solche leitend gemachte Stücke können dann an entsprechenden Leitungsdrähten befestigt, ohne Weiteres in das saure Kupferbad gebracht und mittelst des elektrischen Stromes mit einem entsprechenden Kupferüberzuge versehen werden.

Das Verfahren mittelst Silber-Verbindungen die Oberfläche der Gegenstände leitend zu machen, ist zwar merklich kostspieliger und zugleich umständlicher als die Graphitirungs-Methode, allein bei gewissen Objecten nicht zu umgehen.

Rich. Reuter.

Verlaufen (*running*), das Abweichen eines Bohrers von der vorgeschriebenen Richtung beim Bohren. *E.*

Verlesen (*trier, pluser — picking*), Zupfen, Zausen, Plüsen, Pflücken. Das Durchsehen und Zerpflücken der Schafwolle mit den Händen nach dem Waschen, um etwaige, nicht hinlänglich aufgelockerte Klümpchen zu zertheilen und hängen gebliebene Unreinigkeiten zu entfernen. *E.*

Vermeil, s. m. vergoldetes Silber.

Vermeille orientale, s. m. orientalischer Hyacinth, s. Zirkon.

Vermessingen *(plaquer de laiton, laitonnage)*. Ueberziehen von Metallen mit Messing, auch gelbe Verkupferung, zum Unterschiede von der rothen, genannt.

Dieser Process wird beinahe ausschliesslich auf galvanischem Wege vorgenommen und handelt es sich hierbei um gleichzeitige Ausscheidung von Kupfer und Zink aus entsprechenden Lösungen mittelst des elektrischen Stromes. Die Hauptsache dabei ist, darauf bedacht zu sein, dass sich beide Metalle in der richtigen Quantität an der Kathode abscheiden, denn scheidet sich zu viel Kupfer ab, so fällt die Farbe röthlich und in entgegengesetztem Falle zu blassgelb aus. Das betreffende Bad kann dadurch hergestellt werden, dass man zu einer wässrigen Lösung gleicher Quantitäten eines Kupfersalzes (Kupfervitriol oder Grünspan) und eines Zinksalzes (Zinkvitriol oder Chlorzink) so lange Cyankaliumlösung giesst, bis die Flüssigkeit farblos oder schwach weingelb geworden ist, worauf nach vorgenommener Filtration das Bad zum Gebrauche fertig ist.

Rationeller werden jedoch die Bäder dadurch bereitet, dass man kohlensaures Kupferoxyd und kohlensaures Zinkoxyd in Cyankalium löst.

Auch eine wässrige Lösung von Kaliumkupfercyanür, zu welcher man eine entsprechende Quantität Kaliumzinkcyanid setzt, liefert ein gutes Messingbad.

Man hat es ganz in seiner Macht, je nachdem man von ersterem oder letzterem Präparate mehr oder weniger nimmt, die Farbnuance des zu erzielenden Niederschlages röthlicher oder gelblicher werden zu lassen.

Als Anoden dienen Messingbleche.

So wie es bei der Verkupferung hervorgehoben wurde, finden sich auch über Vermessingungsbäder gute Vorschriften im Handbuche der Galvanoplastik, von Roseleur.

Da jedoch in neuerer Zeit viele Eisen- namentlich aber Zink-Gegenstände vermessingt werden, so sollen 2 solcher Vorschriften hier ihren Platz finden.

Um sich ein Bad zum Vermessingen von Eisen-, Stahl- und Gusseisen-Gegenständen herzustellen, löst man in 8 Liter Regen- oder destillirtem Wasser 200 Gramm schwefligsaures Natron, 500 Gramm Cyankalium und 1000 Gramm kohlensaures Natron auf und fügt zu dieser Flüssigkeit 2 Liter Wasser, in welchem 125 Gramm essigsaures Kupferoxyd (Grünspan) und 100 Gramm neutrales Zinkchlorid gelöst sind, hinzu.

Bei Vermessingung von Eisengegenständen ist die Gegenwart von Ammoniak nicht zulässig, ja geradezu schädlich.

Zur Bereitung eines Messingbades für Zinkgegenstände werden in 20 Kilogr. Wasser 700 Gramm schwefligsaures Natron und 1000 Gramm Cyankalium gelöst und hiezu eine Lösung von je 350 Gramm essigsaurem Kupfer und Zinkchlorid in 5 Kilogramm Wasser unter Zusatz von 400 Gramm Ammoniak gegossen.

Beim Messingbade für Zinkgegenstände darf kein kohlensaures Natron angewendet werden, weil dieses das Zink angreift.

Die so hergestellten Bäder sind farblos und nach dem Filtriren zum Gebrauche fertig.

Messingbäder werden stets kalt angewendet und muss die Stromstärke, da es sich hier gleichzeitig um Fällung zweier verschiedener Metalle aus ihren Lösungen, nämlich Kupfer und Zink handelt, besonders genau regulirt werden. Zu schwache Ströme scheiden mehr Kupfer, zu starke hingegen mehr Zink aus.

Die Einschaltung eines Stromregulators und eines Galvanometers ist daher besonders zu empfehlen und findet sich das Nähere in dem Artikel Versilbern.

Das Decapiren der Metalle behufs Vermessingung, so wie alle anderen Anordnungen sind beim Artikel Verkupfern angegeben. *R. R.*

Vermiculit, Min, s. b. Pyrosklerit VII pag. 211.

Vermiculus, s. m. Kermes IV pag. 712.

Vermillon, s. m. Zinnober, s. b. Quecksilber VII pag. 242.

Vermoderung (*carie, humification — rot*), Humification, s. b. Fäulniss III pag. 352, vgl. Humus IV pag. 431, vgl. a. Torf IX pag. 512.

Vernickeln. Ueberziehen von Metallen und zwar von Schmiede- und Gusseisen, Stahl, Messing, Kupfer, Zink etc. mit Nickel auf elektrolytischem Wege. Man bedient sich hiebei einer Lösung von schwefelsaurem Nickeloxydul (Nickel-Vitriol) und schwefelsaurem Ammoniak oder nimmt geradezu das Doppelsalz Ammonium-Nickelsulfat.

Diese Bäder sind also in ihrer Zusammensetzung wesentlich verschieden von den galvanischen Vergoldungs-, Verkupferungs-, Vermessingungs- und Versilberungs-Flüssigkeiten etc., da Letztere neben den betreffenden Metallsalzen noch Cyankalium als Hauptbestandtheil gelöst enthalten, welches Präparat jedoch bei der Vernickelung nicht in Anwendung kommt.

Es gibt eine Unzahl von Vorschriften, die in Vorschlag gebracht wurden, um sich entsprechende Nickelbäder bereiten zu können, die jedoch alle, wie schon früher erwähnt, auf Anwendung des Doppelsalzes schwefelsaures Nickel-Ammoniak beruhen. Häufig wird solchen Bädern noch ein Ueberschuss von schwefelsaurem Ammoniak oder Chlorammonium oder Citronensäure etc. zugefügt.

Hauptbedingungen, um gute Resultate zu erzielen, sind: vorheriges gründliches Reinigen der Gegenstände, Verwendung möglichst reiner Präparate zur Anfertigung der Bäder, da sonst die Niederschläge nicht schön weiss, sondern grau und unansehnlich ausfallen; ferner müssen die Bäder neutral oder schwach sauer sein und darf keinesfalls in alkalischen Flüssigkeiten vernickelt werden.

Die Bäder erfahren auch, je nachdem man Eisen- und Stahlgegenstände oder solche aus Kupfer, Messing oder Zink vernickeln will, gewisse Abänderungen in ihren Zusammensetzungen.

Als vielseitig angerühmte amerikanische Vernickelung wird für erstere Metalle nach Roseleur eine Lösung von 1 Kilogramm schwefelsaures Nickeloxydul-Ammoniak, 150 Gramm schwefelsaures Ammoniak in 24 Liter destillirtem Wasser empfohlen; diese Salze werden in der Kochhitze gelöst. Nach dem Erkalten ist diese Flüssigkeit sofort verwendbar. Für die letzteren Metalle hingegen wird 1 Kilogramm schwefelsaures Nickeloxydul-Ammoniak, 200 Gramm schwefelsaures Ammoniak in 30 Liter Wasser gelöst, empfohlen.

Eine andere Vorschrift, welche namentlich eine schöne weisse Vernickelung geben soll, besteht darin, zum Doppelsalz schwefelsaures Nickel-Ammoniak die Hälfte des Gewichtes an raffinirter Borsäure zuzufügen und diese Präparate in der entsprechenden Quantität Wasser in der Kochhitze zu lösen.

Die zu verwendenden Anoden sind gegossene Nickelplatten oder gewalzte Nickelbleche, erstere lösen sich leichter auf als letztere.

Wenn gleich von den Anoden annähernd so viel Nickel gelöst wird als sich auf die Kathode niederschlägt, so hat doch die Erfahrung gezeigt, dass solche Bäder, bei Anwendung von Nickel-Anoden nach kurzem Gebrauche alkalisch werden, welchem Umstand durch Neutralisation mittelst einer Säure begegnet werden muss.

Seltener verwendet man Kohlen als Anoden, denn abgesehen davon, dass hiedurch das Bad immer ärmer an Nickel würde, entstünde der umgekehrte Fall, die Flüssigkeit würde nämlich durch die am positiven Pole ausgeschiedene und nicht in Lösung gebrachte Säure immer saurer, man wäre daher genöthigt nebst der entsprechenden Menge eines Nickelsalzes auch ein Alkali oder statt beiden kohlensaures Nickel zuzufügen.

Zum Vernickeln sind kräftige Ströme nothwendig; auch soll man die zu vernickelnden Waaren nicht eher ins Bad bringen, bis nicht die Leitung mit der Stromquelle hergestellt ist.

Das Decapiren (Reinigen) der zu vernickelnden Gegenstände bezweckt hier wie beim Versilbern auf galvanischem Wege, beim Vergolden etc. die Herstellung einer

absolut fett- und oxydfreien Oberfläche, was als eine ganz unerlässliche Bedingung gefordert wird, wenn die hervorgerufenen Metallniederschläge auf den Objecten fest anhaften sollen.

Die Objecte werden daher, wo es angeht, in ätzenden Laugen entfettet gut mit Wasser abgewaschen, mit verdünnten Säuren gebeizt und neuerdings gut gewaschen. Man nimmt auch häufig noch zu einer mechanischen Reinigung durch Scheuern mit Sand oder feinem Bimssteinpulver, bei sehr heiklen Gegenständen auch noch zu feineren Schleifmitteln seine Zuflucht. Auch werden zu vernickelnde sehr subtile Dinge, wie Instrumente, Werkzeuge u. dgl. häufig mit Benzin entfettet und hierauf mit den feinsten Schleifmitteln behandelt.

Kupfer- und Messingwaaren passirt man behufs gründlicher Decapirung auch durch verdünnte Cyankaliumlösung, wäscht hierauf gut mit Wasser und bringt diese dann sofort in's Nickelbad.

Im Allgemeinen sei bemerkt, dass bei allen Galvanisirungs-Processen das Decapiren unmittelbar vor dem Einhängen in das entsprechende Bad vorgenommen werden soll, da sonst der Zweck des Decapirens vereitelt werden würde.

Wenn die Objecte nach dem Vernickeln eine schöne Politur zeigen sollen, müssen sie schon vor dem Decapiren einen möglichst hohen Glanz besessen haben; ungeachtet dessen muss man auch noch nach dem Vernickeln, gutem Waschen in kochendem Wasser und Trocknen der Gegenstände dieselben nochmals einem Nachpoliren, auf rasch rotirenden Polirscheiben mit Rouge oder Wiener Kalk und dgl. unterziehen.

Vernickelte Waaren haben sich in jüngerer Zeit rasch Eingang verschafft, da solche Gegenstände nicht nur ein schönes Aussehen besitzen, sondern auch selbst in der Nässe nicht rosten. Der Nickel-Niederschlag ist ausserdem in hohem Grade politurfähig, er ist sehr hart und leistet daher einer Abnützung, vorausgesetzt, dass er dicht und hart genug ist, mehr Widerstand als dies andere Metall-Ueberzüge thuen.

Alle Metalle oder deren Legirungen lassen sich direct vernickeln ohne früher verkupfert werden zu müssen.

In neuerer Zeit werden auch Kupfer- und Eisenbleche mit Nickel auf mechanischem Wege belegt und kommen solche plattirte Bleche im Handel vor.

Rich. Reuter.

Vernietung, s. Nieten VI pag. 364.

Vernin nennen E. Schulze und E. Bosshard (Ztschft. f. phys. Chem. 1885 pag. 80) einen aus jungen Blättern der Futterwicke und des Rothklees dargestellten stickstoffhaltigen Körper, der krystallisirbar ist und für den sie die Formel $C_{16}H_{20}N_8O_8$ aufstellen. *Gtl.*

Veröffnung, s. Bergbau I pag. 395.

Veroneser Erde, Veroneser-Grün, s. Grünerde IV pag. 166.

Veroneser Gelb, s. m. Neapelgelb, s. Blei I pag. 603.

Verplatinen, Plattirung VI pag. 766, s. a. Versilbern.

Verpuffung (*détonation — detonating*) wird im Allgemeinen jede sich plötzlich vollziehende und in Folge der hiebei sich ergebenden Volumänderung zur Erregung eines Schalles (Knall) Veranlassung gebende Verbindungs- oder Zersetzungserscheinung genannt. Im engeren Sinne des Wortes bezeichnet man als Verpuffung jedoch derartige Erscheinungen nur dann, wenn sie mit einem schwachen Knall verbunden sind, im Gegensatze zu Explosion, wie man derlei plötzlich sich vollziehende Verbindungs- oder Zersetzungsvorgänge dann zu bezeichnen pflegt, wenn sie mit einer heftigeren Schallerregung bez. mit einer energischeren mechanischen Wirkung einhergehen, vgl. Explosivstoffe III pag. 318, Feuerwerkerei III pag. 463, s. a. Sprengen. *Gtl.*

Verputz, Putz, Anwurf, ein Mörtelüberzug der Wände und Decken bei einem Gebäude. Der Wandverputz verleiht der Wand ein besseres Ansehen und

dient am Aeussern der Gebäude zum Schutz gegen den Einfluss der Witterung. Der Verputz von Holzconstructionen dient auch bis zu einem gewissen Grade als Schutz gegen Feuer.

Im Allgemeinen geschieht der Verputz mit Mörtel aus gelöschtem Grubenkalk. Um den äusseren Verputz dauerhafter zu machen, wird man dem Kalkmörtel Cementzusatz geben.

Besonderes Augenmerk hat man der Wetterseite des Gebäudes, hochgelegenen Flächen an Giebeln, Thürmen etc., zuzuwenden. Gypsmörtel ist nur im Innern des Gebäudes zu verwenden.

An den Sockeln der Gebäude und an den Schornsteinen über Dach ist der Verputz im Allgemeinen weniger haltbar; im ersten Falle wegen Feuchtigkeit, im zweiten Falle wegen Temperaturdifferenzen. Es empfiehlt sich daher eine Sockelverkleidung aus Stein zu machen und den Schornstein im Ziegelrohbau auszuführen.

Der Verputz soll nur auf möglichst ausgetrocknete Mauern aufgetragen werden, da im entgegengesetzten Falle das Austrocknen der Mauern erschwert wird. Vor der Ausführung muss das Mauerwerk von Staub und Unreinigkeiten befreit und im Laufe der Arbeit mit einem Pinsel genässt werden. Die Mörtelschichte soll nicht zu dick aufgetragen werden (ca. 2^{cm}), daher die Mauerung möglichst präcis auszuführen ist.

Man unterscheidet:

1. Rauhen Verputz als Rapputz; derselbe besteht aus einer Lage Mörtelanwurf, welcher nur mit der Kelle glatt gestrichen oder mit der Latte abgestreift wird.

2. Glatten Verputz; derselbe besteht gewöhnlich aus drei Mörtellagen, von welchen die letzte mit einem Reibbrettchen glatt verrieben wird. Der Mörtel zur letzten Lage hat fein gesiebten Sand und mehr Kalkzusatz als die unteren Lagen. Ein folgender Anwurf wird erst gemacht, wenn die untere Lage so weit trocken ist (oder angezogen hat), dass sie anfängt, kleine Risse zu erhalten.

Um die Fläche genau eben zu erhalten, werden sog. Lehren hergestellt, d. s. ca. 12^{cm} breite, verputzte, lothrechte Streifen in 1^{m} Entfernung von einander, welche mittelst Richtscheit und Bleiloth genau in eine Ebene eingestellt sind. Die Zwischenfelder werden dann beworfen und durch das Richtscheit geprüft. Beim Verreiben ist die Vorsicht nöthig, dass der Putz nicht „todt" gerieben wird, d. h. durch zu vieles Reiben der Verputz zu rasch trocknet und sich an der Hinterseite ablöst.

3. Spritzbewurf. Rauher Mörtelverputz erhält noch eine Schichte ganz dünnen Kalkmörtels, welcher Kieselsteinchen enthält und eine körnige Oberfläche bildet. Hierher gehört auch der Stepputz, wo die rauhe Oberfläche durch Bearbeitung des noch weichen Putzes mit einem stumpfen Besen hergestellt wird.

4. Zier- oder Quaderverputz, die Imitation des Quaderverbandes in Putz ausgeführt. Bei der einfachen Fugentheilung durch Nutenziehen wird zuerst der glatte Verputz hergestellt und darauf in den noch nicht erhärteten Putz die Eintheilung in horizontale und verticale Fugen gemacht und mittelst Lineal und Eisen die Quadrirung eingerissen. Bei stark profilirten Quadern (siehe Rustik VII pag. 445) muss schon bei der Mauerung darauf Rücksicht genommen werden und werden die reinen Profile mittelst Schablone (s. d.) gezogen.

5. Verputz auf Riegelwänden; dieser erfordert zuerst eine Vorbereitung der Holzflächen durch Verrohrung oder durch Anwendung der unter *e* beschriebenen Thonknöpfe. Bei der Verrohrung der Balken werden die kurzgeschnittenen Rohrstengel senkrecht zur Holzfaser gelegt und mit geglühtem Draht (Rohrdraht s. d.) und Rohrnägel (s. d.) befestigt. Die Lage des Rohres senkrecht zur Holzfaser ist deshalb nöthig, damit beim Schwinden des Holzes keine Putzrisse entstehen. Der Zwischenraum der einzelnen Stengel beträgt etwa die Dicke des Rohrstengels und der Verputz füllt die Zwischenräume aus und haftet gut.

6. Der Verputz grosser Holzflächen (Wände und Decken) geschieht allgemein durch Anwendung der Rohrgewebe (s. Rohr), welche, in Rollen von 1—2·4^{m} hergestellt, senkrecht zur Faserrichtung der Verschalbretter befestigt werden bei 16—20^{cm} weiter Nagelung. Bei Decken verwendet man:

a) Einfache Verrohrung auf Schalung. Die Schalung muss mit schmalen Brettern geschehen, damit das Werfen verhindert werde; zu diesem Zwecke gespaltene Bretter nennt man gespranzte Bretter.

b) Doppelte Verrohrung auf Schalung, wobei die zweite Lage die erste kreuzt.

c) Doppelte Verrohrung auf Latten 2·5/3^{cm} stark, wobei zweierlei Gewebe zur Anwendung kommen u. z. zuerst ein dichtes Gewebe senkrecht zur Richtung der Latten in weitläufiger Nagelung befestigt und darauf das zweite Gewebe (Putzgewebe) jedoch die Rohrstengel parallel zu dem ersten gelegt mit Nagelung in 12—16^{cm} Entfernung. Der Verputz darauf geschieht in gewöhnlicher Weise (Fabrik der Gewebe: Stauss und Ruff in Cottbus).

d) Ein anderes Gewebe (Matten) aus Holzleisten ($^{13}/_{13}$^{mm} stark). Rohr und Draht wird in der Fabrik Rusch (Cobier in Oberschlesien) hergestellt und bezweckt die Ersparung der vorher anzubringenden Lattung und Verschalung, indem dasselbe direct an der Unterseite der Deckenbalken befestigt wird u. z. an jedem Deckenbalken durch zwei 2^{mm} starke Drähte, welche bei jeder fünften Leiste des Gewebes an die Balken durch Drahtnägel befestigt werden, Fig. 5198. Es wird vorerst das Gewebe derart befestigt, dass die Nägel halb eingeschlagen

Fig. 5198.

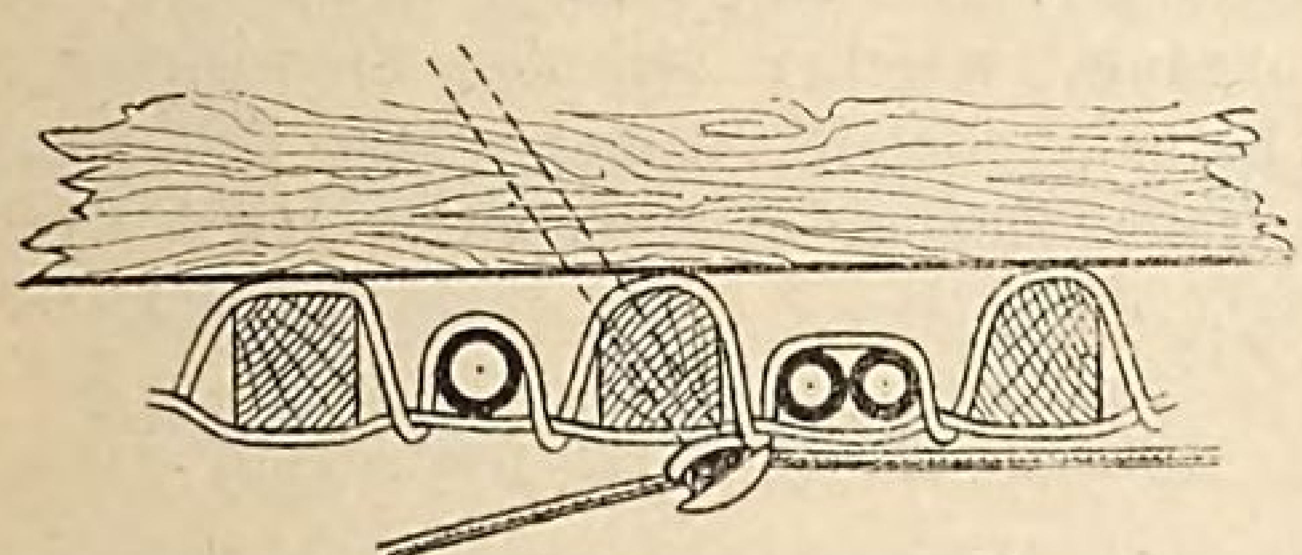
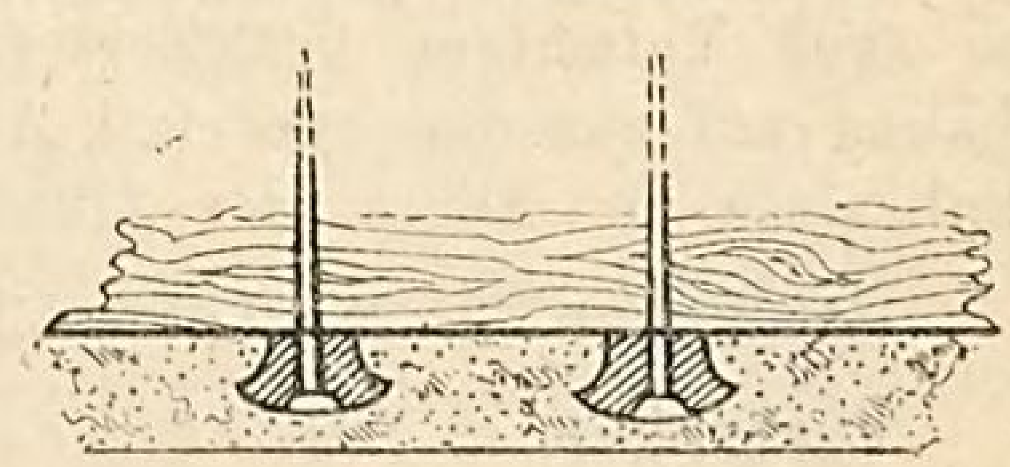


Fig. 5199.



werden, u. zw. in schräger entgegengesetzter Richtung, wie später der Draht gezogen wird. Der Draht wird um den ersten Nagel fest umwickelt, dann der Nagel eingeschlagen, der Draht um den nächsten Nagel fest umschlungen und dieser fest eingeschlagen u. s. w. Das Bewerfen geschieht mit derberem Mörtel und nicht so heftig wie bei Rohrverputz auf Schalung, da sonst zu viel Mörtel verwendet würde.

e) Für Verputz auf Holz hat man auch durchlochte Thonknöpfe mit abgestutzt kegelförmiger Gestalt in Verwendung gebracht, welche in ca. 8^{cm} Entfernung von einander angenagelt werden und den Verputz halten. Siehe Fig. 5199. Ein decorativer Verputz an Façaden ist Sgrafitto s. VIII pag. 229.

Der Verputz im Innern der Gebäude mit Anwendung von Gyps ist unter Stuccateurarbeiten VIII pag. 653 besprochen worden. *Grohm.*

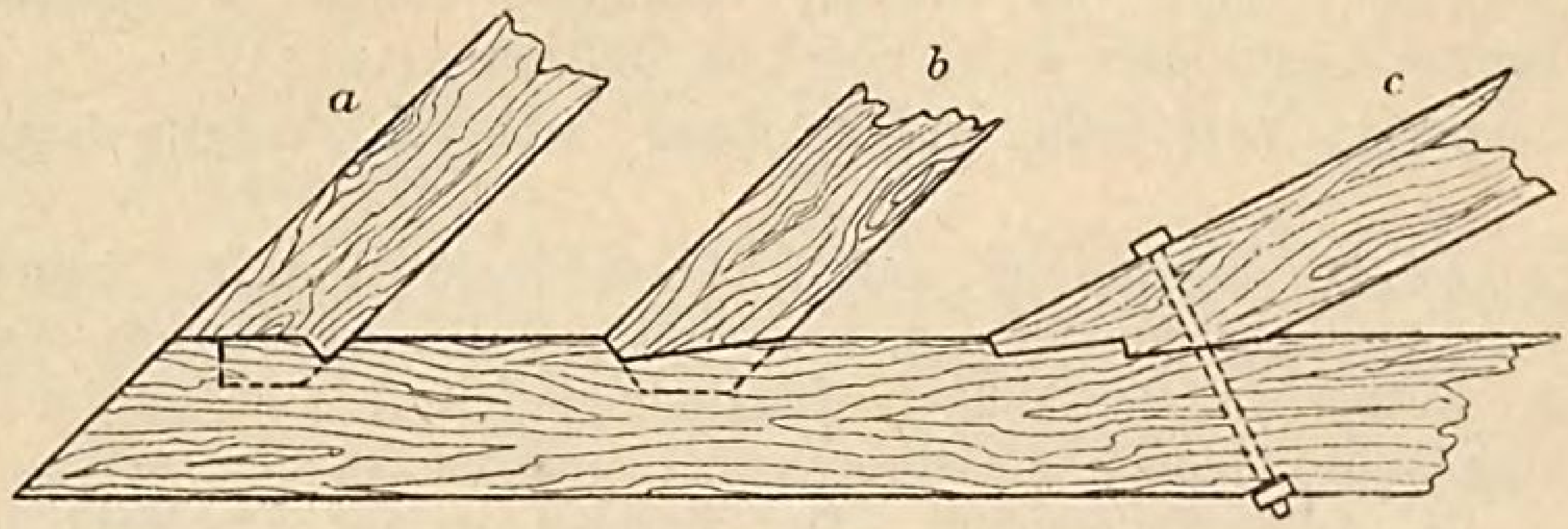
Verquicken, s. m. Amalgamation, s. Amalgam I pag. 125, vgl. a. Quecksilber VII pag. 232.

Verreiber. Ein polirter runder Stahlstift für Silberarbeiter, mittelst welchem man nach dem Einsetzen von Steinen die Ränder des Silbers dergestalt niederreibt, dass sie ohne bemerkbare Dicke an der Oberfläche des Steines auslaufen. *E.*

Verrotten, Ueberrotten, das zu lange Gähren des Flachses, wodurch er in Fäulniss übergeht, s. Flachs III pag. 510.

Versatzung. Eine Holzverbindung, wo das Hirnholz eines Balkens zum Theil in das Langholz eines anderen Balkens eingreift. Zunächst kommt die Verbindung mit Zapfen bei Dachstühlen in Verwendung. Fig. 5200 gibt drei

Fig. 5200.



Versatzung.

Fälle: *a*) am Ende des Balkens, *b*) genügend vom Ende entfernt, beide mit Zapfen und *c*) doppelte Versatzung ohne Zapfen mit Schraubenverbindung. *Gr.*

Verschalung. Das Bedecken einer Fläche mit Brettern, z. B. Verschalung des Daches, der Decken etc. Das Holzgerippe, auf welches die Bretter genagelt werden, ist so herzustellen, dass die Nagelung in Entfernungen von ca. 1^m geschehen kann. *Gr.*

Verschluckung, s. m. Absorption I pag. 35.

Verseifung (*saponification*), s. Seife VIII pag. 156. Allgemein nennt man auch Verseifung den Zersetzungsvorgang, welcher sich bei Einwirkung von Alkalien auf zusammengesetzte Aether (Ester) vollzieht, wobei, unter Bildung des Alkalisalzes der Säure, der Alkohol im freien Zustande abgespalten wird. *Gtl.*

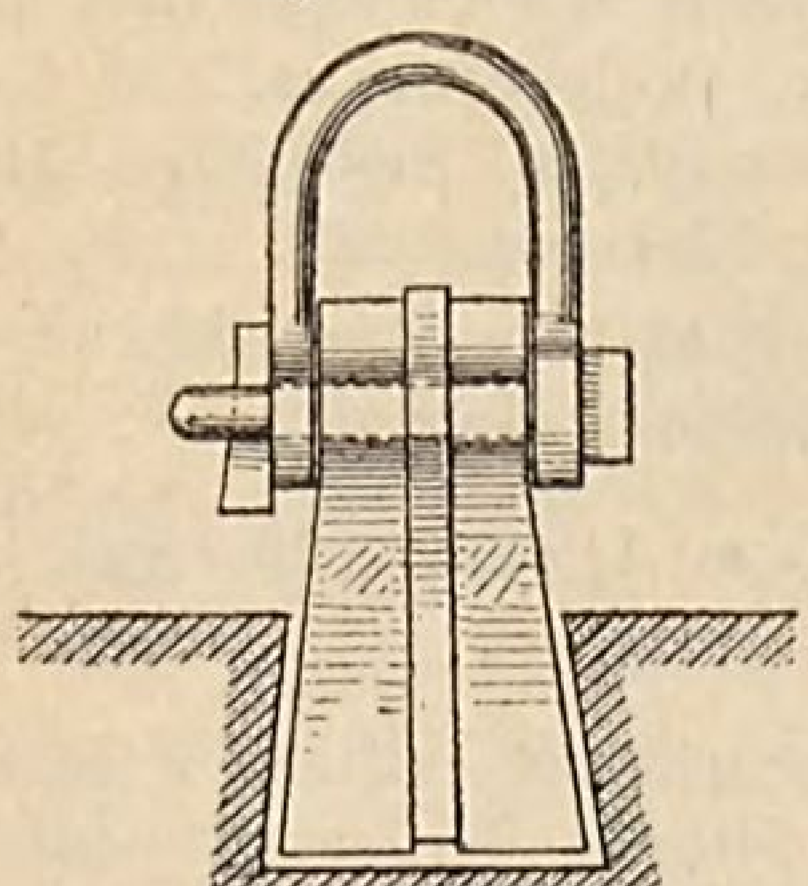
Versenken, s. Nadeln VI pag. 218.

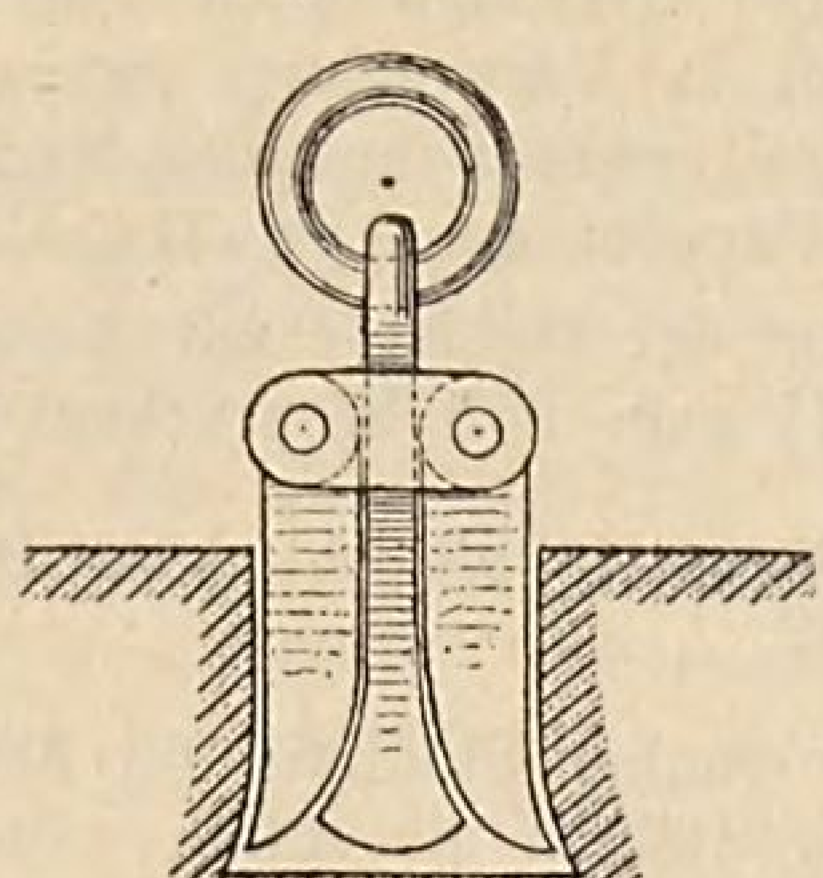
Versenker, s. Ausreiber I pag. 260, s. Fräse III pag. 619.

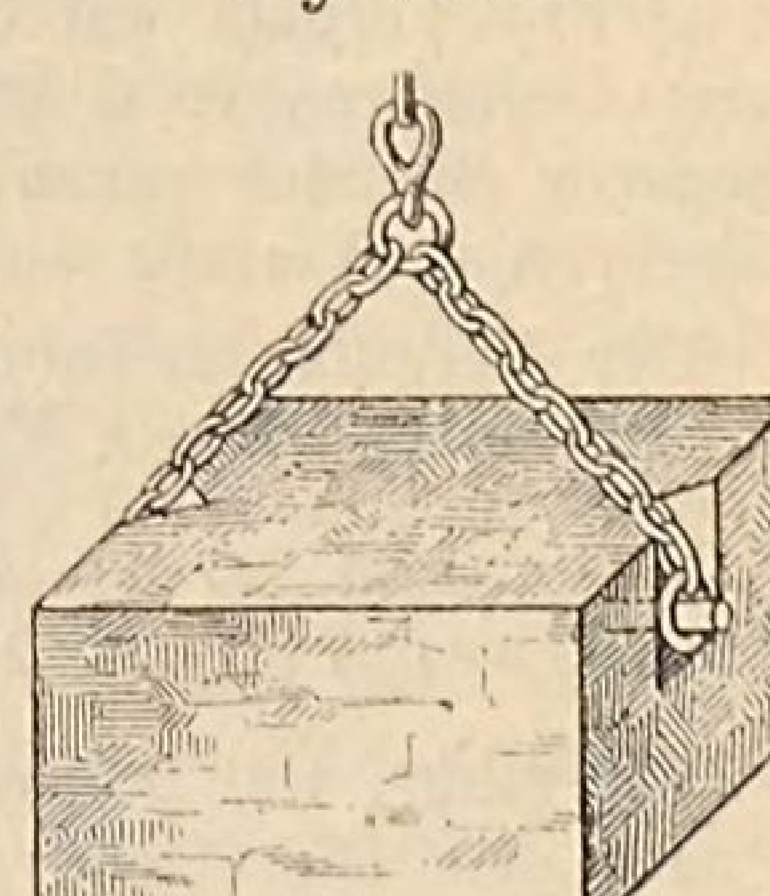
Versetzen (*poser — to set*). Im Hochbau versteht man darunter die Arbeit des Vermauerns der Stein-, Holz- und Eisenobjecte. Zur Steinversetzung gehören hauptsächlich: Quadern, steinerne Gewände der Thüren und Fenster, Sohlbänke, Stufen, Balkenplatten u. s. w.

Steinversetzung. Der vom Steinmetz fertig gearbeitete Stein wird vom Arbeitsplatz zur Hebestelle geschafft; dies geschieht bei schwereren Quadern auf

Fig. 5201. *Fig. 5202.* *Fig. 5203.*





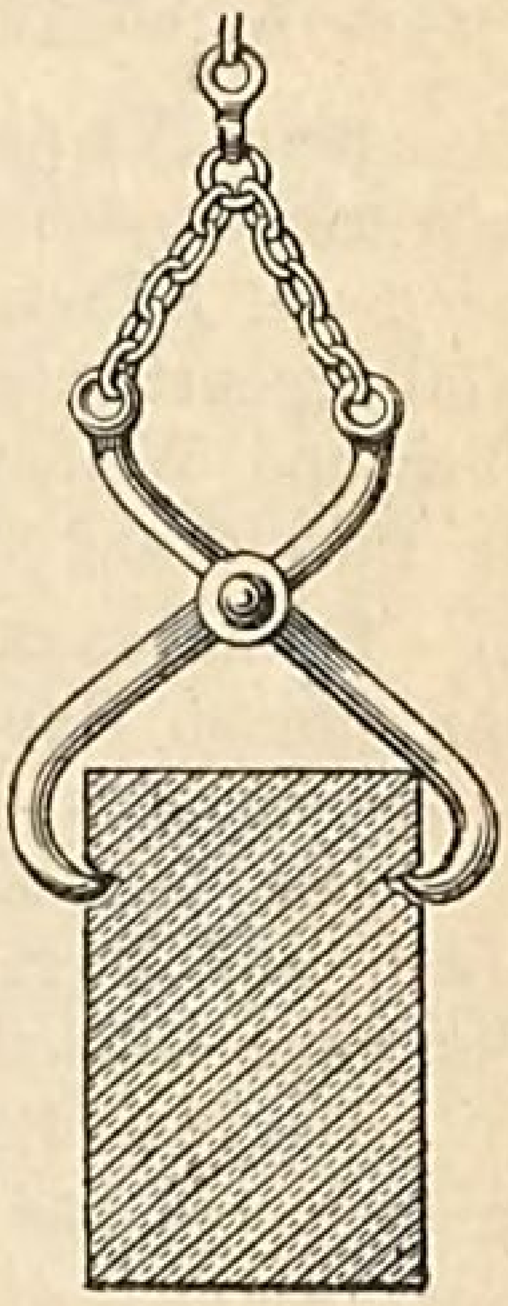


Steinklauen.

drei Holzwalzen von ca. 10^{cm} Durchmesser und 1^m Länge auf einer Pfostenunterlage in der Weise, dass die letzte frei werdende Walze abgenommen und vorn

wieder untergeschoben wird. Bei grossen Bauten werden auch Schienen vom Arbeitsplatz zur Hebungsstelle angelegt. Der Stein wird an einem Seil oder einer Kette befestigt, um mittelst Krahn oder anderen Hebe-Vorrichtungen zu seinem Lager emporgezogen zu werden. Die Befestigung der zu hebenden Steine kann auf mehrfache Weise geschehen. Bei weichen Steinarten bindet man den Stein mit dem Seile fest und unterlegt an den Kanten Strohbüschel. Diese Befestigungsart hat den Nachtheil, dass die Last beim Aufsetzen auf dem Seile ruht und dieses erst gelöst werden kann, wenn der Stein mit dem Brecheisen gelüftet wird. Bei festen Steinen verwendet man am besten die Steinklaue (Wolf), Fig. 5201, bestehend aus zwei keilförmigen Eisenstücken und einem Schlüssel durch einen Bügel und Bolzen verbunden. Fig. 5202 stellt eine neuere Construction vor (F. Minthe in Mainz, D. Bauzeitung 1885), bei welcher ein Zerlegen nicht nothwendig ist. Eine andere Befestigungsart besteht darin, dass man an zwei Seiten des Steines dreiseitige Einschnitte macht, ca. 5^{cm} ober dem Schwerpunkt des Steines starke eiserne Bolzen horizontal in entsprechende Löcher steckt und an diese Bolzen die Aufzugsketten anhängt, Fig. 5203. Die Oeffnungen werden nach dem Versetzen mit Cement ausgegossen. Weniger Verwendung findet die Steinzange (Adlerzange) Fig. 5204.

Fig. 5204.



Steinzange.

Um den Stein auf die Versetzstelle zu befördern, verwendet man Versetzgerüste, s. Gerüste. Die Steine erhalten Versetzzeichen, u. zw. für die Schichte und fortlaufende Nummer jeder Schichte. Siehe auch Maurerarbeit V pag. 770. *Grh.*

Versetzkopf, s. Guillochiren IV pag. 182.

Versetzzeiger, eine Art stumpfer Grabstichel zum Fassen der Edelsteine. *E.*

Versilbern. Ueberziehen von Gegenständen, namentlich solcher aus Metall mit Feinsilber.

Früher geschah dies ausschliesslich auf mechanischem Wege.

Es wurden entweder mit Silber belegte, plattirte Kupferbleche hergestellt, woraus dann die anzufertigenden Gegenstände durch Pressen, Drücken u. dgl. ihre Formen erhielten, oder man belegte die auf irgend eine Weise fertig gestellten Objecte behufs Versilberung mit dünnem Blattsilber (Blattversilbern).

Zum Silber-Plattiren verwendet man dicke, aus bestem Kupfer bestehende Platten, die vorher auf das sorgfältigste gereinigt werden müssen. Diese Platten werden mit einer concentrirten Höllenstein-Lösung (salpetersaures Silber) bestrichen, abgetrocknet und mit Feinsilber-Blechen belegt, welche provisorisch durch Drähte, oder auf andere Weise auf die Unterlage befestigt werden. Hierauf unterwirft man die so belegten Platten der Rothglühhitze, die aufgelegten Silberbleche werden sodann noch mit eigenen Vorrichtungen stark auf die Kupfer-Unterlage angedrückt.

Die so vorgerichteten Platten müssen hierauf im warmen Zustand bei kräftigem, gleichmässigem Druck mehrmals Walzen passiren und können dann weiter zu dünnem Blech ausgestreckt werden. Man erzielt durch dieses Vorgehen wobei Kupfer wie Silber ziemlich gleichmässig ausgedehnt werden, eine so innige Berührung und Verbindung beider Metalle, dass dieselben nicht mehr von einander zu trennen sind. (Vergl. Plattirung VI pag. 766.)

Je nachdem solche Kupferplatten nur auf einer oder auf beiden Seiten mit Silber belegt sind, erhält man einfach- oder doppelt plattirte Bleche. Diese Methode findet wegen so mancher Uebelstände heute nur mehr eine beschränkte Anwendung und ist dieselbe gegenwärtig grossentheils durch die galvanische Versilberung verdrängt worden.

Das **Belegen mit Blattsilber** wird heute nur mehr noch ausnahmsweise und zwar bei sehr grossen Gegenständen angewendet, bei welchen eine andere Verfahrungsart nicht gut einzuschlagen ist.

Wie schon früher erwähnt, werden solche Objecte im fertigen Zustande mit Blattsilber belegt. Man glüht, beizt dieselben mit Schwefelsäure und erwärmt unmittelbar die Gegenstände nochmals vor dem Belegen.

Das Belegen selbst erfordert von Seite des betreffenden Arbeiters eine besondere Aufmerksamkeit und manuelle Fertigkeit.

Beim **Versilbern durch** das sog. **Weissieden** — richtiger und zum Unterschiede des Weissiedens bei der Verzinnung (s. Artikel Verzinnen), Weisssieden mit Silber genannt — taucht man die gut decapirten, zumeist kleinen Metallgegenstände in kochendes Wasser, in welches früher ein Brei von Chlorsilber und Weinsteinrahm (*Cremor tartari*) unter Umrühren eingetragen wurde. Die Einwirkung ist eine momentane.

Selbstverständlich sind auf diese Art versilberte Gegenstände nur mit einem ganz dünnen Hauch von Silber überzogen und handelt es sich dabei vornehmlich nur darum, den Objecten eine silberähnliche Farbe zu geben.

Die dermassen hergestellte Versilberung kann in Folge dessen keinen Anspruch auf Dauerhaftigkeit erheben und verschwindet auch schon bei geringer Benützung solcher Gegenstände.

Das bei dieser Procedur zu verwendende Gefäss ist aus Kupfer, in welches ein kleineres aus Thon oder Porzellan bestehendes Sieb, worauf die Gegenstände gelegt werden, eingesenkt wird.

Die Objecte werden durch entsprechende Bewegung des Siebes in der Flüssigkeit geschüttelt oder auf andere Art bewegt.

In der Praxis werden noch manche andere Versilberungs Methoden vorgenommen, die jedoch nur einen mehr oder weniger unbedeutenden Werth haben.

Die Versilberung geschieht auch bei diesen, ähnlich wie beim Weissieden, durch Eintauchen in warme oder kalte Flüssigkeiten von mannigfaltigen Zusammensetzungen.

Solche Bäder enthalten nebst Wasser in der Regel hauptsächlich Höllenstein und Cyankalium, oder statt letzteren doppelt schwefligsaures Natron (Natriumhydrosulfit).

Es sind auch hiezu die später angegebenen Silberbäder, wie solche zum galvanischen Versilbern verwendet werden, zu gebrauchen.

Die mehrfach im Handel vorkommenden und angerühmten Pulver und Flüssigkeiten, um einzelne abgenützte Stellen an plattirten oder galvanisch versilberten Gegenständen durch Anreiben oder Befeuchten ausbessern zu können, enthalten auch nichts anderes als Chlorsilber mit Weinstein und Kochsalz vermengt.

Auch die **Feuerversilberung** wird heute nur mehr ausnahmsweise angewendet und besteht darin, die aus Kupfer, Tombak u. dgl. bestehenden Gegenstände, analog wie dies beim Feuer-Vergolden der Fall ist (s. Vergolden) zu glühen, in Säuren abzubrennen, mit einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxyd zu befeuchten (verquicken) mit Silber-Amalgam zu versehen und hierauf das Quecksilber durch Erhitzen zu verflüchtigen.

Galvanische Versilberung. Man hat es bei derselben, wie bei anderen auf galvanischem Wege hergestellten Metall-Niederschlägen, ganz in seiner Macht Objecte, sie mögen entweder metallisch oder nicht metallisch sein, mit einer beliebig starken, gleichmässigen Silberschichte zu versehen, was sonst keine andere Methode zulässt.

Selbstverständlich sind nicht metallische Gegenstände vor dem eigentlichen Versilberungsprocesse früher leitend zu machen und zwar in derselben Weise wie es bereits beim Vergolden und Verkupfern beschrieben wurde. Hauptsächlich sind es aber Metallwaaren, die auf galvanischem Wege versilbert werden.

Es sei hier hervorgehoben, dass gerade die galvanische Versilberung die meiste Verbreitung unter allen Metall-Ueberzügen gewonnen hat. Versilberte Metall-Objecte sind allein berufen, die theuren sogenannten echten Silberwaaren zu ersetzen, was sie auch in vollem Masse thuen, wenn die präcipitirte Feinsilberschichte dicht und stark genug ist.

Auch in sanitärer Hinsicht sind gut versilberte Gegenstände jenen aus massivem Silber hergestellten vorzuziehen, da man eben bei jenen eine Schichte ganz reinen, kupferfreien Silbers in Verwendung hat, was bei den mit Kupfer legirten Silberwaaren nicht der Fall ist.

Analog der Vergoldungs-, Verkupferungs-, Vermessingungs-Flüssigkeiten bedient man sich beim galvanischen Versilbern der Doppelverbindung Cyansilber-Cyankalium (Kalium-Silbercyanid) als Silberlösung, weil sich gerade diese Verbindung am leichtesten durch den elektrischen Strom zerlegen lässt.

Am besten bereitet man sich das Versilberungsbad auf folgende Weise:

Zu einer wässrigen Höllensteinlösung (salpetersaures Silber) setzt man vorsichtig so lange in destillirtem Wasser gelöstes reines Cyankalium zu, bis alles Silber als Cyansilber in Form eines weissen käsigen Niederschlages ausgeschieden ist und vermeidet hiebei einen Ueberschuss des Fällungsmittels. Sodann wird das gebildete im Wasser unlösliche Cyansilber mit destillirtem Wasser gut ausgewaschen, wodurch der gleichzeitig entstandene Kalisalpeter entfernt wird. Das auf diese Art gut gewaschene noch feuchte reine Cyansilber wird nun in einem Ueberschuss von Cyankalium gelöst, die Flüssigkeit erwärmt, sodann filtrirt, worauf sie, auf circa 5⁰ B. verdünnt, dem Gebrauche zugeführt werden kann.

Schneller bereitet man sich zwar das Silberbad, wenn man von Vorne herein zu der Höllensteinlösung soviel Cyankalium setzt, bis der Anfangs entstandene Niederschlag wieder aufgelöst ist; hiebei bleibt jedoch der gleichzeitig gebildete Salpeter in der Flüssigkeit, ein Umstand, der besser zu vermeiden ist.

Auch in Cyankalium gelöstes Chlorsilber wird als Versilberungsbad verwendet. Diese Flüssigkeit wird jedoch in dem Falle auch Chlorkalium enthalten und ist die Gegenwart dieses Salzes nicht minder schädlich als Kalisalpeter, so dass bei fortgesetztem Gebrauche solcher Bäder ganz ungünstige Resultate erzielt werden, namentlich wenn es sich um Herstellung starker Niederschläge handelt.

Die bei der galvanischen Versilberung zu beobachtenden Vorschriften sind annähernd die gleichen, wie bei Zerlegungen der anderen Metallsalzlösungen durch den elektrischen Strom (siehe Vergolden, Verkupfern etc.). Die Temperatur aller dieser Bäder soll nie unter 15—20⁰ C. sinken, die Dichte der Flüssigkeit 5 bis höchstens 10⁰ B. betragen.

Die Flächen der Kathoden sollen mit jenen der Anoden annähernd gleich sein und mit der Stromstärke im Einklang stehen.

Um letztere bestimmen zu können, ist die Einschaltung eines Galvonometers unerlässlich. Auch ist die Anwendung eines sogenannten Stromregulators eine sehr empfehlenswerthe Einrichtung, da man dadurch in die Lage gesetzt ist, den elektrischen Strom sofort auf jeden beliebigen Grad abzuschwächen. Durch Einschaltung von Widerständen wird dies dadurch erreicht, dass man in den Stromkreis ein entsprechend langes Stück eines Drahtes aus Neusilber, das den elektrischen Strom schlechter als Kupfer leitet, einschaltet. Solche Vorrichtungen gestatten nicht nur jede beliebige Abschwächung, sondern auch die sofortige Wiederherstellung der ursprünglich zu Gebote gestandenen Stromstärke.

Die zur galvanischen Versilberung im Allgemeinen nothwendigen Apparate sind dieselben wie sie namentlich beim Artikel Vergolden, s. d., näher beschrieben sind. Die Versilberungsflüssigkeiten mit Ausnahme des Weissudbades werden kalt angewendet.

Wo nicht Dynamo-Maschinen, die unbestritten aus verschiedenen Gründen bei grösserem Betriebe als die vortheilhaftesten Stromquellen bezeichnet

werden müssen, in Verwendung stehen, bedient man sich speciell beim Versilbern mit Vorliebe der Smee'schen Batterien.

Bei Niederschlägen von Edelmetallen, namentlich von Silber, ist es höchst wünschenswerth und nothwendig, genau eine bestimmte Quantität Silber auf den Waaren niederzuschlagen.

Es sind hiezu eigene Wäge-Vorrichtungen construirt worden, wodurch es nicht nur möglich ist die Objecte im Bade selbst zu wiegen, sondern wobei gleichzeitig die Stromauslösung in dem Moment erfolgt, als die gewünschte Quantität Silber oder Edelmetall auf die Waare abgelagert ist.

Die Gegenstände werden dann auch, wenn man sie unbekümmert länger im Bade belässt, kein Silber mehr annehmen. Hiebei ist aber, dem achimedischem Gesetze Rechnung zu tragen und zu berücksichtigen, dass das aufgelegte Gewicht für die Silberniederschläge um ca. 10 Proc. seines eigentlichen Werthes zu reduciren ist, weil die Gegenstände nicht frei in der Luft, sondern im Versilberungsbade ausgewogen werden.

Beim galvanischen Versilbern verwendet man als Anode Bleche aus Feinsilber und es wird hievon annähernd soviel während des Processes gelöst als sich an den Waaren (Kathoden) ablagert, vorausgesetzt, dass alle Bedingungen richtig eingeleitet sind. Da in Folge secundärer Zersetzungen in cyankaliumhaltigen Versilberungsbädern bei fortgesetzter Benützung sich stets der Gehalt an diesem Salze verringert, so muss das verbrauchte Cyankalium den Silbersowie überhaupt auch allen anderen Galvanisirungsflüssigkeiten, die Cyankalium mit zu ihren Hauptbestandtheilen haben, stets in dem Masse wieder zugeführt werden, als es aus dem Bade verschwindet. Auch das verdunstete Wasser ist bei allen Bädern ohne Unterschied zu ersetzen.

Es ist auch nothwendig die Galvanisirungs-Flüssigkeiten öfters zu bewegen, um die Dichte und Concentration in allen Schichten gleich zu erhalten; am besten ist es während des Processes selbst entweder die eingehängten Waaren oder die Flüssigkeit in fortwährende gelinde Bewegung zu versetzen, namentlich wenn man grosse Flüssigkeits-Quantitäten vor sich hat und es sich um starke Niederschläge handelt. Grössere Etablissements haben hiezu eigene Vorrichtungen in Verwendung.

Das Decapiren von Kupfer-, Messing- und Neusilber-Gegenständen, sowie aller Legirungen, die Kupfer als Hauptbestandtheil enthalten, geschieht behufs vorzunehmender Versilberung genau so, wie bereits im Artikel Vergolden angegeben wurde (s. d.).

Jeder Metall-Niederschlag also auch der von Silber ist, wenn nicht eben sehr dünn, stets matt; die Waaren werden daher, wenn dieselben nicht matt bleiben sollen, mit Kratzbürsten nass gekratzt und in den meisten Fällen auch nachher polirt.

Die Versuche, die Waaren glänzend aus den Bädern zu erhalten, um das Kratzen überflüssig zu machen (was man durch minimale Quantitäten von Schwefelkohlenstoff, welche man der Silberlösung zusetzt, zu bewerkstelligen versuchte), haben sich in der Praxis nicht bewährt.

Das Poliren von versilberten Gegenständen geschieht zumeist durch Handarbeit mit eigenen harten Stahlwerkzeugen, wodurch ein Verdichten der Silberschichte vorgenommen wird. (Vergl. VII pag. 1.)

Der Niederschlag wird dadurch auch härter, daher sich polirte Waaren bei weitem nicht so leicht abnützen wie unpolirte.

Dieser Operation, welche man auch Grundiren nennt, folgt ein Uebergehen mit Blutstein, wodurch der hohe Glanz erzielt wird.

Die Werkzeuge werden mit Seifenwasser benetzt. *Rich. Reuter.*

Verspreizen *(étrésilonner, étayer — to prop together)*, durch Holz-Streben das Ausbiegen einer Construction zur Seite zu verhindern. Die Sicherung gegen Einsturz von Erdmassen bei Schächten heisst Bölzung, s. Erdarbeit III pag. 283. *Grh.*

Versprengung, wie Sprenwerk, s. Brücken II pag. 93 und Dach II pag. 469.

Verstählen (*armer, acièrer — steeling*), Anstählen, Verstählen. Arbeitsstücke an einem Theile mit Stahl zusammenschweissen. S. Schmieden VII pag. 746.

Verstärkung, s. b. Photographie VI pag. 692.

Verstärkungsflasche, s. m. Leydener Flasche, s. b. Elektricität III pag. 172, s. a. Condensator II pag. 404.

Verstärkungsgurt (*arc-doubleau — reinforcing-arch*), s. Gewölbe III pag. 784.

Versteinerung (*pétrifaction*), z. Thl. Verkieselung, z. Thl. Verkalkung, nennt man die aus älteren geologischen Perioden stammenden, als Einschlüsse in den Ablagerungen, bez. Gesteinen, der diesen angehörigen Formationen, erhalten gebliebenen Reste pflanzlicher und thierischer Organismen der verschiedensten Art, bez. Nachbildungen dieser Reste, in welchen die organische Substanz des ursprünglichen Restes, unter Erhaltung der ursprünglichen Form und häufig auch der Structur, durch mineralische Stoffe, namentlich Kieselsäure und kohlensauren Kalk, seltener auch durch die Substanz anderer Mineralspecies (Schwefelkies u. dgl.) verdrängt und ersetzt ist. Dieser Umwandlundgs-Process, Versteinerungsprocess (*pétrification — lapidification*) ist unzweifelhaft ein ganz allmäliger und daher lange Zeiträume erfordernder Vorgang der Ablagerung mineralischer Stoffe in das Gewebe des organischen Körpers oder einer Ueberrindung (Incrustation) desselben, wobei ersteren Falles die Möglichkeit der Erhaltung der Structur, letzteren Falles aber zunächst nur die Möglichkeit der Erhaltung der äusseren Form gegeben war, während die organische Substanz selbst entweder in stark verändertem Zustande noch vorhanden oder völlig verschwunden und der Raum, den sie einnahm, durch Mineralsubstanz erfüllt ist (Abdrücke und Steinkerne). Dergleichen Versteinerungen, welche uns einen Einblick in die Gestalten der prähistorischen Flora und Fauna gewähren, sind zugleich von grösstem Werthe für die Bestimmung der gleichen Epochen angehörigen Formationen, soferne bestimmten, einer geologischen Periode angehörigen Gesteinen im Allgemeinen auch gleichartige Versteinerungen zugehören.

Die Bildung von Versteinerungen, die sich auch noch unter unseren Augen vollzieht, setzt im Allgemeinen eine mehr oder weniger vollkommene Ausschliessung des Luftzutrittes zu den der Versteinerung zuzuführenden Körpern und die Durchdringung oder wenigstens vollständige Bedeckung derselben mit Flüssigkeiten voraus, welche gewisse Mineralstoffe in reichlichem Masse gelöst enthalten und zur Abscheidung derselben geneigt sind. Namentlich sind hiezu die bei der Verwitterung von Feldspahten sich bildenden kieselsäurereichen Flüssigkeiten, dann die Lösungen von doppeltkohlensauren Salzen des Kalks, der Magnesia und des Eisens geeignet, welche letzteren unter Verlust der Kohlensäure die unlöslichen einfachen Carbonate dieser Basen, bezw. Eisenoxydhydrat abscheiden. In Lösungen letzterer Art kommen Versteinerungen (speciell Instrustationen) sehr leicht zu Stande, wie dies z. B. das Verhalten des Wassers des Karlsbader Sprudels zeigt. *Gtl.*

Verstemmen, s. Kessel IV pag. 720.

Verstocken, Vermodern, s. Holz IV pag. 383.

Vert de gris, s. Verdigris.

Vert d'Usebe, s. m. Aldehydgrün, s. Theerfarben IX pag. 152.

Verticalmessungen, s. Messen VI pag. 63.

Vertiefstempel, s. Blechbearbeitung I pag. 557.

Vervielfältigung. Die durch äussere Werkzeuge auf mechanischem oder chemischem Wege erfolgende Wiedergabe einer Schrift oder eines Kunstwerkes, s. Buchdruck II pag. 125, Kupferdruck V pag. 210, Lithographie V pag. 603, s. Zinkographie.

Verwandtschaft chemische (Affinität), s. b. Verbindung chemische X pag. 93.

Verwesung, s. b. Fäulniss III pag. 352.

Verwitterung (*tomber en efflorescence — to decay*), Fatisciren, s. b. Krystall V pag. 144. Als Verwitterung bezeichnet man übrigens häufig auch jede unter dem Einflusse der Luft und der Feuchtigkeit (des Wassers) sich vollziehende oberflächliche Veränderung fester Körper, speciell auch den unter dem Einflusse der Atmosphäre erfolgenden Zerfall von Gesteinen. *Gtl.*

Verzahnung, s. Holzverbindung IV pag. 407, Fig. 2098, 2099, 2108.

Verzapfung, s. Holzverbindung IV pag. 410, Fig. 2118, 2121, 2122.

Verzinken (*zincage — zinking*). Das Verzinken geschieht am besten auf mechanischem Wege und zwar dadurch, dass die zu verzinkenden, vorher gut gereinigten Objecte in geschmolzenes Zink von hoher Temperatur eingetaucht werden. Es sind beinahe ausschliesslich nur Bleche u. a. Gegenstände aus Eisen, die, um dieselben vor dem Rosten zu schützen, dieser Procedur unterzogen werden. Das Schmelzen des Zinkes findet in gusseisernen Kästen (Schmelzwannen) statt, deren mit dem Zinke in Berührung kommende Innenfläche durch Bestreichen mit geschmolzenen Schwefel in Schwefeleisen verwandelt und dadurch vor dem Angriff des Zinkes geschützt wird. Der untere Theil der Wanne kann mit geschmolzenem Blei gefüllt werden, auf welchem sich das geschmolzene Zink befindet, dessen Oxydation durch aufgestreuten Salmiak verhindert wird. Die in verdünnter Schwefelsäure, welcher etwas Theer zugesetzt wird, blank gebeizten Eisenbleche, werden in Salmiaklösung getaucht, getrocknet und gelangen dann zum Zinkbade, in welches sie so eingetaucht und herausgezogen werden, dass alle Theile möglichst gleichlang dem Verzinken ausgesetzt sind.

Koffler setzt die Bleche unmittelbar beim Herausziehen der Wirkung von Drahtbürsten aus, wodurch der grösste Theil des nur anhängenden, nicht mit dem Eisen verbundenen Zinkes entfernt wird und die Oberfläche höchst gleichartig erscheint. *(Kk.)*

Die Erfahrung hat gezeigt, dass sich verzinkte Eisen-Geräthe viel besser als verzinnte bewähren, da das Zink durch seine galvanische Wirkung das Eisen vor Rost schützt.

Ganz irrthümlich werden auf diese Weise verzinkte Eisen-Gegenstände mit dem Namen galvanisirtes Eisen bezeichnet. Dasjenige Verfahren der Verzinkung, wobei thatsächlich der galvanische Strom zur Abscheidung des Zinkes benützt wird, findet nur in den seltensten Fällen Anwendung. Man bedient sich als Zersetzungsflüssigkeit einer wässrigen Lösung von Kaliumzinkcyanid, welches Präparat auch beim Vermessingen verwendet wird. Als Anoden nimmt man Zinkplatten, und es sei noch bemerkt, dass zur Zerlegung dieser Flüssigkeit ziemlich kräftige Ströme erforderlich sind. Statt der früher erwähnten Lösung des Doppelcyanüres lässt sich auch die leichter zu beschaffende und herstellbare Auflösung von kohlensaurem Zink in wässrigem Cyankalium mit gleichem Erfolge benützen. *R. R.*

Verzinkung, s. Holzverbindung IV pag. 411, Fig. 2125, 2126, 2129.

Verzinnen (*étamer, étamage — tinning*). Ueberziehen von Metallen wie Eisen, Messing, Neusilber u. dgl. mit Zinn.

Das Verzinnen eiserner Gegenstände auf mechanischem Wege geschieht, insoferne solche ihrer ganzen Oberfläche nach mit Zinn überzogen werden sollen, nach vorausgegangenem Abbeizen in verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure,

Abwaschen und Scheuern durch Eintauchen in geschmolzenes Zinn, welches mit einer Talgschichte bedeckt ist.

Häufig geht dem Verzinnen noch ein Eintauchen der betreffenden Waaren in ein Talgbad voraus. Es werden meistens 2 oder 3 Zinnbäder verwendet, in welche die Objecte hinter einander getaucht werden. Das sogenannte Vorverzinnen (Eintauchen in das 1. Zinnbad) hat lediglich den Zweck, so rasch als möglich die gut decapirten Gegenstände ihrer ganzen Oberfläche nach, mit einer, wenn auch nur dünnen Schichte von Zinn zu überziehen, um ein Rosten derselben nach dem Decapiren zu vermeiden, ohne besonders darauf Bedacht zu nehmen, dass diese Zinndecke ganz glatt und schön glänzend ausfällt.

Im vorverzinnten Zustande können die Waaren längere Zeit liegen bleiben.

Erst durch ein Eintauchen der vorverzinnten Gegenstände in das 2., resp. 3. Bad erhält man einen gleichmässigen glatten und glänzenden Ueberzug. Zum Vorverzinnen verwendet man häufig ein mit Blei versetztes Zinn, während zum 2. und 3. Metallbad nur reines Zinn genommen werden darf. Das geschmolzene Zinn muss auch hinreichend dünnflüssig sein, damit der Ueberschuss leicht abfliessen kann und nach dem Erstarren keine tropfenartigen Erhabenheiten auf den Objecten sich zeigen. Kleinere Gegenstände werden nach dem letzten Verzinnen rasch in Wasser getaucht.

Die Verzinnung von Eisenblechen (Schwarzblech), d. h. die Herstellung von Weissblech wird auf ähnliche Weise vorgenommen.

Nach dem letzten Verzinnen werden die Bleche in sehr stark erhitztes Fett gebracht, damit alles überschüssige Zinn gut abfliessen kann, worauf man dieselben an der Luft abkühlen lässt, um sie neuerdings in ein ganz seichtes Gefäss zu stellen, dessen Boden mit geschmolzenem Zinn bedeckt ist, so dass nur der untere Rand des Bleches eintaucht, damit auch von diesem das überschüssige Zinn abschmelze. (S. Weissblechfabrication.)

Gusseisen wird behufs nachträglich vorzunehmender Verkupferung oft vorher verzinnt, was jedoch schwieriger als bei Schmiedeeisen bewerkstelligt werden kann.

Oefters handelt es sich darum, Gefässe aus Eisen, Kupfer oder Messing nur innen zu verzinnen. Nachdem diese heiss gemacht, lässt man in dieselben eine der inneren Fläche entsprechende Quantität kleiner geschmolzener Zinntropfen fallen und fügt auch Kolofonium, Chlorammonium oder Chlorzink unter beständigem Umschwenken und fortgesetztem Erhitzen der Gefässe zu, verreibt ferner die ganze zu verzinnende Fläche mit Werg gut ab und giesst das überschüssige Zinn heraus.

Das gute Gelingen dieser Verzinnungs-Methode ist grösstentheils von der Geschicklichkeit des betreffenden Arbeiters abhängig.

Die galvanische Verzinnung findet nur selten Anwendung. Man erhält nach Roseleur ein hiezu taugliches Bad, indem man in 500 Liter Wasser, 5 Kilogramm pyrophosphorsaures Natron und 600 Gramm krystallisirtes Zinnsalz (Zinnchlorür) auflöst; statt letzteren kann man auch 500 Gramm geschmolzenes Zinnsalz verwenden.

Bei der Lösung dieser Salze ist zu bemerken, dass zuerst das Natronsalz in der ganzen Wassermenge aufzulösen ist, in diese Flüssigkeit wird nun das Zinnpräparat, welches sich auf einem Siebe befinden muss, zur Lösung gebracht.

Das Sieb muss freihängend so lange in der Flüssigkeit bleiben, bis alles Zinnsalz aufgelöst ist; die hiebei entstehende Trübung verschwindet stets wieder beim Umrühren.

Ein auf diese Weise zubereitetes Bad ist farblos oder schwach gelblich gefärbt. Als Anoden verwendet man Zinnbleche, welche indessen bei Zerleguug der Flüssigkeit durch den elektrischen Strom nicht in dem Masse aufgelöst werden, als sich Zinn auf die Kathoden ablagert, daher das Bad durch Zusatz von pyrophosphorsaurem Natron und Zinnsalz auf seiner ursprünglichen Concentration erhalten werden muss, wobei jedoch stets, wie früher bemerkt, beim Auflösen des

Zinnpräparates die Anwendung des Siebes erforderlich ist, da sonst ein Niederschlag zu Boden fällt, der sich entweder gar nicht oder nur sehr schwer auflöst.

Die Zersetzung dieses Bades erfolgt nur unter Anwendung starker Ströme. Solche Zinniederschläge können, wie dies schon bei anderen Metall-Ueberzügen hervorgehoben, durch Kratzen glänzend gemacht werden.

Das sogenannte Weissieden bezweckt, Metall-Objecte mit einer ganz dünnen Zinnschichte zu versehen, ahnlich wie dies durch ein Weissieden mit Silber der Fall ist.

Für Eisen- oder Zink-Gegenstände verwendet man eine kochende Lösung, von Alaun, dem eine kleine Quantität Zinnsalz zugefügt ist.

Kleinere Messing- oder Kupfer-Gegenstände können auf Zinnscheiben gebracht und durch längeres Kochen in einem kupfernen Kessel, in dem sich eine Weinsteinlösung befindet, weiss gesotten werden. Häufig handelt es sich auch darum, polirte Messing- oder Neusilber-Waaren weiss zu sieden, ohne den hohen Glanz durch den Zinnsud zu beeinträchtigen. In der Praxis wird namentlich beim Weissieden von Löffeln und Gabeln aus genannten Legirungen nachfolgender vielfach als Geheimniss betrachteter Vorgang eingeschlagen:

Man benützt als Bad eine Lösung von 2 Kilogramm Alaun, 2 Kil. Kochsalz und 1 Kil. Weinstein in ca. 300 Liter destillirtem Wasser. Das Wasser, in welchem die angeführten Präparate zu lösen sind, wird in einem starken Kessel aus Zinn zum Kochen gebracht und unter Ersatz des verdampften Wassers kochend erhalten. Man legt sodann auf ein rundes, nach unten etwas ausgebauchtes Kupfersieb mit aufgestülptem Rand, an welchem eiserne Stangen genietet sind, um es leicht in den Kessel einsenken zu können, ein etwas kleineres gelochtes flaches Eisenblech, auf welches wieder Unterlagen aus metallischem Zinn in Form von Stäben o. dgl. zu liegen kommen, die so beschaffen sein müssen, dass die darauf zu legenden Waaren bequem auf denselben ruhen können, ohne sich zu decken, oder das Eisenblech selbst zu berühren.

Diese ganze Vorrichtung wird in den Kessel freihängend eingesenkt, dass sie von allen Seiten von der Flüssigkeit umspült wird.

Die Löcher der Kupfer- und Eisenbleche haben lediglich den Zweck, beim Herausnehmen der Waaren, resp. der ganzen Vorrichtung die kochende Flüssigkeit leicht abfliessen zu lassen.

Die Zinnunterlagen bestehen, wenn es sich um ein Weissieden von Löffeln, Gabeln u. dgl. handelt, aus 2 Rechen, in deren Einschnitte diese Gegenstände lose einzulegen sind.

Die saure Flüssigkeit hat durch längeres Kochen etwas Zinn vom Kessel gelöst und löst auch nach dem Hineinbringen der oben beschriebenen Vorrichtung von den Zinn-Untersätzen Zinn auf, während sich gleichzeitig eine Spur Metall von den weisszusiedenden Gegenständen auflöst, wogegen sich statt dessen auf letzteren ein ganz dünner Hauch von Zinn ablagert, so dass der hohe Glanz, den man den Objecten vor dem Verzinnen gegeben hat, nicht nur vollkommen erhalten bleibt, sondern nunmehr dieselben auch ein silberweisses Aussehen besitzen.

Auch durch die Berührung des Kupfers und Eisens in der sauren Flüssigkeit wird ausserdem ein elektrischer Strom hervorgerufen, der das Abscheiden des Zinnes auf den Waaren noch befördert. Nach kurzem Gebrauch dieser Vorrichtung hat sich zwar das Kupfersieb auch mit verzinnt, was jedoch nicht störend wirkt.

Die Waaren dürfen je nach Umständen nur wenige Minuten in der Flüssigkeit verbleiben und werden, wenn sie vollkommen weiss sind, mit der ganzen Vorrichtung aus dem Kessel herausgehoben, in kaltem Wasser gut abgespült und in harzfreien Sägespänen getrocknet.

Ist die Flüssigkeit zu concentrirt oder bleibt die Waare zu lange in dem kochenden Bade, so wird sie matt und fleckig, in entgegengesetztem Falle bleibt sie gelblich gefärbt. Nach dem Ersetzen des verdunsteten Wassers muss

das Bad stets gut umgerührt werden, um alle Schichten gleich concentrirt zu erhalten.

Man kann dem Bade, wenn sich zu wenig Zinn vom Kessel und den Unterlagen lösen sollte, auch minimale Quantitäten von Zinnsalz unter gutem Umrühren zufügen, muss jedoch damit sehr vorsichtig sein, weil der kleinste Ueberschuss die Waaren sonst mit einer matten und fleckigen Zinnschichte bedecken würde.

Selbst bei fortwährendem Betriebe eines solchen Bades genügen täglich einige Gramme dieses Zinnpräparates und diese dürfen eben nur nach Bedarf zugefügt werden. (Vergl. I pag. 159.)

Noch ist eine Verzinnungsmethode anzuführen, die Roseleur sehr anrühmt und mit dem Namen Contactverzinnung durch doppelte Affinität bezeichnet und die mit den früher beschriebenen Methoden nicht zu verwechseln ist.

Als Verzinnungs-Flüssigkeit bedient man sich einer Lösung von 3 Kilogr. Weinsteinrahm und 300 Gramm Zinnchlorür in 300 Liter destillirtem Wasser, oder man verwendet ein Bad, welches durch Lösen von 6 Kilogr. pyrophosphorsaurem Natron, 600 Gramm krystallisirtem Zinnchlorür und 2300 Gramm geschmolzenem Zinnchlorür in 300 Liter Wasser hergestellt wird.

Die Lösung dieser Salze geschieht unter Anwendung eines Metallsiebes, wie dies schon bei der galvanischen Verzinnung besprochen wurde.

In dieses Bad wird nebst der zu verzinnenden Waare auch metallisches Zink gebracht; letzteres bewirkt, dass sich das aus der Flüssigkeit ausgeschiedene Zinn auf die Waaren selbst ablagert. Dieses Bad wird warm angewendet und muss in steter Bewegung erhalten werden. Roseleur beschreibt in seinem Handbuch der Galvanoplastik einen eigenen Apparat, der zu dieser Verzinnungsmethode geeignet ist und bemerkt, dass die Waaren mehrere Stunden im Bade zu verbleiben haben, während welcher Zeit diese nachzusehen, gekratzt oder wenigstens umgewendet werden müssen. Diese Methode soll eine starke Verzinnung liefern und ausserdem jedes beliebige Metall geeignet sein, so verzinnt werden zu können. *Rich. Reuter.*

Verzug, s. Baumwollspinnerei I pag. 344.

Vesczelyit, Min. Blaugrüne krystallinische Krusten auf Granatfels von Orawicza im Banat, Härte = 4, spec. Gew. = 3·5. Ist ein wasserhaltiges Kupferphosphat mit 57·2 Proc. Kupferoxyd. *Gtl.*

Vespium nannte Secchi einen von ihm aus der Vesuvlava vom J. 1631 isolirten Körper, der eine rothe Säure bildet, welche mit Alkalien farblose, auf Zusatz einer Säure sich gelb färbende Salze liefert (vgl. Rammelsberg Ber. d. d. chem. Ges. 13 pag. 23). *Gtl.*

Vestan, s. m. Fettquarz, d. i. die eigenthümliche, in Melaphyren vorkommende Farbenvarietät des Quarzes, vgl. Melaphyr VI pag. 36. *Gtl.*

Vestibule bezeichnet hauptsächlich den Raum im Parterre eines Gebäudes von der Hausthür bis zur Hauptstiege. *Grh.*

Vesuvian, Idokras, Wiluit, z. Thl. Egeran, Min. Meist säulenförmige Krystalle des tetragonalen Systems, seltener tafelartig oder pyramidal, eingewachsen oder aufgewachsen, auch in Drusen oder derb in stengligen oder körnigen Aggregaten. Mannigfach gelb, grün, braun bis fast schwarz gefärbt, seltener himmelblau (Cyprin) oder spangrün, durchscheinend bis durchsichtig, Glasglanz oder Fettglanz. Härte = 6·5, spec. Gew. = 3·35—3·45. Hat die Zusammensetzung des Granats und zwar des Kalk-Thongranats, worin ein Theil des Kalkes durch Eisenoxydul und Manganoxydul, aber auch ein Theil der Thonerde durch Eisenoxyd vertreten ist. Vork.: Vesuv, Mussa-Alpe in Piemont, am Monzoniberg in Tirol, am Wilui in Sibirien, Egg in Norwegen, Orawicza im Banat, der Egeran zu Eger in Böhmen. Der durch einen Gehalt von Kupferoxyd blau gefärbte Cyprin findet sich zu Sonland in Norwegen.

Die durchsichtigen oder doch gut durchscheinenden, schön gefärbten (grünen, blauen, braunen) Varietäten des Vesuvians finden als Schmucksteine Verwendung und werden dann nicht selten als vesuvische Gemmen bezeichnet. *Gtl.*

Vesuvin, s. m. Anilinorange, s. b. Theerfarbstoffe IX pag. 140.

Vetiver (*vétivaire — vetiver*), Iwarancusa, Kuskus, Vitivert, Vetiverwurzel, s. b. Citronengras II pag. 366.

Vetiveressenz, Vetivertinctur, s. b. Parfumerie VI pag. 564.

Vetiveröl ätherisches. Oel der Vetiverwurzel, s. m. Grasöl ostindisches, s. b. Citronellaöl II pag. 365.

Vexire (*secrets*). Gewisse Vorrichtungen bei Schlössern, welche nur dem Eigenthümer bekannt sein sollen, ohne deren richtigen Gebrauch ein Schloss, selbst mit dem dazu gehörigen Schlüssel, nicht geöffnet werden kann, s. Schlösser VII pag. 714. *E.*

Vibrationstheorie, s. Licht V pag. 511.

Vibroskop, Apparat zur Sichtbarmachung von Schwingungen, bez. auch zur Bestimmung der absoluten Anzahl von Schwingungen, vgl. Terquem Pogg. Ann. der Phys. 152 pag. 158. *Gtl.*

Vibrotyp nannte Will. Kurz in New-York eine von ihm erfundene Art von photographischen Aufnahmen, welche dadurch erhalten werden, dass zwischen dem aufzunehmenden Object und dem photographischen Objectiv die Luft durch eine Reihe von Brennern in leichte Schwingungen versetzt (vibriren gemacht) wird, wodurch angeblich bei Personenaufnahmen die Starrheit der Züge gemildert und ein weicherer natürlicher Gesichtsausdruck erhalten werden soll. *Gtl.*

Viburnumsäure, s. m. Valeriansäure, s. d. X pag. 45.

Vicin. Stickstoffhaltiger Bestandtheil der Wickensamen, durch Destillation der gepulverten Samen mit verdünnter Schwefelsäure, Fällen des sauren Auszugs mit Kalk, Eindampfen des Filtrates und Extraction des Rückstandes mit Alkohol von 85 Proc. darstellbar (vgl. Ritthausen J. f. prakt. Chem. (2) 24 pag. 202). Es bildet, zu fächerartigen Büscheln vereinigte, farblose, nadelförmige Krystalle, die sich schwer in Wasser (bei 22·5° C. in 108 Thl.), sehr schwer in kaltem Alkohol von 85 Proc. fast nicht in absol. Alkohol, selbst nicht bei Siedhitze lösen, dagegen leicht in Alkalien, Kalk und Barytwasser, sowie in Ammoniak, dann aber auch in Säuren löslich sind. Mit Säuren liefert es krystallisirbare Salze. Seine Zusammensetzung entspricht der Formel $C_{28}H_{51}N_{11}O_{21}$. Das schwefelsaure Salz enthält auf 3 Mol. der Base 4 Mol. Schwefelsäure. Beim Kochen mit verdünnten Säuren, ebenso beim Erhitzen mit Kalilauge vom spec. Gew. 1·1 bildet sich Divicin $C_{31}H_{50}N_{30}O_{16}$, welches flache, prismatische Krystalle bildet, die farblos sind, sich aber an der Luft bald röthlich oder bräunlich färben und in Wasser löslich sind. Die Lösung färbt sich mit Eisenchlorid und Ammoniak tiefblau. Neben Vicin findet sich im Wickensamen auch eine Convicin genannte Base, welche der Formel $C_{10}H_{14}N_3O_7 + H_2O$ entsprechen soll und sich aus den Mutterlaugen von der Krystallisation des Vicins ausscheidet. *Gtl.*

Vicinalbahn, Seiten- oder Nebenbahn, häufig mit schmaler Spur, d. h. geringerer als normaler Schienenentfernung ausgeführt. *E.*

Victoriablau, s. Theerfarbstoffe IX pag. 214.

Victoriagelb, s. b. Theerfarbstoffe IX pag. 171.

Victoriaorange, s. b. Theerfarbstoffe IX pag. 171.

Victoriastein. Künstliche Steinmasse durch Vermischen von Granitbruchstücken mit Cement und Tränken der erhärteten Masse mit Wasserglas dargestellt. Wurde zuerst von der Victoria stone Comp. in London nach einem Verfahren

von Highton erzeugt und soll sich besonders zur Herstellung von Fliesen, Treppenstufen, Bausteinen, Gesimsen u. s. w. eignen. *Gtl.*

Vicunna (*Auchenia vicunia*) ein dem Lama ähnlicher, in Südamerika lebender Wiederkäuer, dessen sehr feine, gekräuselte und nicht sehr lange Wolle, die Vigognewolle ein sehr geschätzter Spinnstoff ist. *Kk.*

Vientinghofit, Min. Amorphe, dunkelbraunschwarze, undurchsichtige, halbmetallisch glänzende Masse von glasigem Bruche, Härte 5·5—6, spec. Gew. = 5·53. Ist eine Varietät des Samarskits und besteht wesentlich aus Niobsäure (51 Proc.), Eisenoxydul (23 Proc.), Uranoxyd (8·85 Proc.), Yttererde (6·57 Proc.), Titansäure (1·84 Proc.) neben geringen Menge von Zirkonerde, Ceroxydul, Manganoxydul und Magnesia und Wasser. Vork. in der Umgebung des Baikalsees. *Gtl.*

Viereisen (*gouge carée*), s. Holzverbindungen IV pag. 407.

Vierpass (*quadrilobe — pointed cross quarter*). Decorationsmotiv in der Gothik, besonders beim Masswerke der Fenster verwendet. S. Styl, IX pag. 660, Fig. 4630 und 4631. *Grh.*

Viertel (*quartier, quart*). Das Viertel von einem Strähn oder Strang.

Vierteln, Baumstämme durch zwei Kreuzschnitte nach der Axe in vier Theile trennen.

Viertelstab (*quart de rond — quarter-round*), ein nach einem Viertelkreis profilirtes Gesimsglied. *Grh.*

Vierung (*croisée — crossing*). Der Raum im Grundriss einer Kirche, der bei der Kreuzung von Mittelschiff und Querschiff entsteht. *Grh.*

Vietz, s. m. Apfelwein oder Cyder, s. b. Wein.

Vignoles-Schiene, breitblasige Schiene, s. Eisenbahn III pag. 63, Fig. 1278.

Vigognegarn, Vigognewolle, s. Vicunna.

Vigorit nannte Nordenfeldt das von ihm erfundene Sprengmittel (vgl. Ber. d. d. chem. Ges. 10 pag. 720), welches aus 15—35 Proc. Kalisalpeter, 10 bis 30 Proc. chlorsaurem Kalium, 15—35 Proc. Cellulose und 25—50 Proc. eines Nitroline genannten Productes besteht, das durch Zusammenreiben von 25 bis 50 Proc. Salpetersäure, 50—75 Proc. Schwefelsäure und 5—20 Proc. Zucker, Melasse oder Honig bereitet werden soll. *Gtl.*

Villarsit, Min. Rhombische, gewissen Serpentin-Krystallen sehr ähnliche Krystalle, auch derb in körnigen Aggregaten, grünlich-graulichgelb, durchscheinend. Härte = 3, spec. Gew. = 2·9—3. Ist ein wasserhaltiges Magnesiasilicat mit 41 Proc. Kieselsäure und 53 Proc. Magnesia, wovon ein Theil durch Eisenoxydul (3—4 Proc.) und Manganoxydul (2—3 Proc.) ersetzt ist. Vork. Traversella in Piemont. *Gtl.*

Vinasse, s. m. Hefenschlempe, d. i. der von der Destillation des Weines bleibende Rückstand z. Thl. auch die Weinhefe selbst, vgl. Wein.

Vinhatico, Madeira-Mahagoni. Eine nur dem Namen und äusserem Ansehen nach mit dem eigentlichen Mahagoni verwandte Holzart, welche angeblich von *Laurus indica*, nach Anderen von *Cedrela odorata* kommt. *E.*

Vincetoxin nennt Tanret (Compt. rend. 100, 277, 279) ein Glukosid von der Formel $C_{16}H_{12}O_6$, welches sich aus dem alkoholisch-wässrigen Auszuge der Asclepiaswurzel, beim Erwärmen desselben ausscheidet, sich beim Erkalten aber wieder löst. *Gtl.*

Vine, s. m. Aethylen, s. Kohlenstoff V pag. 57.

Vinetin, s. m. Oxyacanthin VI pag. 458.

Vinoline Unter diesem Namen wird ein Mittel zur Rothfärbung des Weines in den Handel gebracht, das ein Gemenge von mehreren Anilinfarben und daher nicht ohne Bedenken anwendbar ist. *Gtl.*

Vinometer, Capillarvinometer *(vinomètre capillaire)* nannte Delaunay (Bull. d. l. soc. chim. 1877 28 Nr. 8 und 9 pag. 424) ein von ihm zur Bestimmung des Alkoholgehaltes im Weine construirtes Instrument, das sich auf die Abhängigkeit des Auftriebes der Flüssigkeit in Capillarröhren von dem Alkoholgehalte gründet. *Gtl.*

Vinyl, s. m. Acetyl, wurde früher das Radical C_2H_3 genannt, dessen Oxyd C_2H_3O, das gegenwärtig als Acetyl bezeichnete Radical der Essigsäure darstellt, vgl. Essigsäure III pag. 310. *Gtl.*

Vinyläther, Vinyläthyläther. Gemischter Aether des im freien Zustande nicht dargestellten Alkohols C_2H_4O (Vinylalkohol) und des Aethylalkohols, welcher bei Einwirkung von Natrium auf Monochloracetal $C_2H_3Cl(OC_2H_5)^2$ entsteht und eine bei 35·5° C. siedende, im Wasser wenig lösliche farblose Flüssigkeit vom spec. Gew. 0·762 bei 14·5° C. darstellt. Entspricht der Formel C_4H_8O $= (C_2H_3—O—C_2H_5)$. *Gtl.*

Vinyläthyl, s. m. Normal-Butylen oder α-Butylen, d. i. ein Kohlenwasserstoff der Formel C_4H_8, der durch Behandlung von normalem Butyljodür mit alkohol. Kalilauge erhalten wird und ein in Kältemischungen condensirbares Gas darstellt, das verflüssigt, bei —5° C. siedet. *Gtl.*

Vinylalkohol, s. b. Vinyläther.

Vinylbasen sind Abkömmlinge des Ammoniumoxydhydrats NH_4OH, in welchen der Wasserstoff des Ammoniums theilweise oder gänzlich durch das Radical Vinyl (C_2H_3) vertreten gedacht werden kann. Hierher gehört z. B. das Neurin (VI pag. 324), das Tetravinylammoniumhydrat oder Oxytetraldin u. a. m. *Gtl.*

Vinylbromür, Bromvinyl, s. m. Bromäthylen, s. b. Kohlenstoff V pag. 58.

Vinylchlorür, s. m. Chloräthylen C_2H_3Cl, s. b. Kohlenstoff V pag. 58.

Vinylschwefelsäure, Acetylenschwefelsäure. Gepaarte Säure von der Formel $C_2H_3SO_4H$, welche sich bei Einwirkung von Acetylen (s. b. Kohlenstoff V pag. 59) auf concentr. Schwefelsäure bildet. *Gtl.*

Vinylwasserstoff, s. m. Aethylen, s. b. Kohlenstoff V pag. 58.

Violacëin, s. m. Eupittonsäure, s. Theerfarbstoffe IX pag. 178.

Violan, Min. Derb, in undeutlich stengelig körnigen Aggregaten, Grundform vielleicht rhombisch, dunkel violblau, Glasglanz, fast undurchsichtlig. Härte = 5 bis 6, spec. Gew. = 3·23. Ist ein Silicat des Aluminiums, Natriums, Calciums, Magnesiums, Eisens und Mangans. Vork. St. Marcel in Piemont. *Gtl.*

Violanilin, s. b. Theerfarbstoffe IX pag. 135, s. a. IX pag. 157.

Violantin, s. m. Nitrosonitrobarbitursäure, beim Zusammenmischen von heissen conc. Lösungen von Nitrosobarbitursäure und Nitrobarbitursäure, sowie durch Erwärmen von Hydurilsäure mit schwacher Salpetersäure entstehende Säure $(C_4H_3N_3O_5 . C_4H_3N_3O_4 + 4H_2O)$. Gelblich weisses, krystallinisches Pulver, das sich beim Umkrystallisiren aus Wasser in seine Bestandtheile zersetzt, sich aber aus Essigsäure oder Alkohol unverändert umkrystallisiren lässt. Färbt sich mit Ammoniak blau. *Gtl.*

Violet de Paris, Pariser Violett, s. Theerfarbstoffe IX pag. 143.

Violet de Parme, s. Theerfarbstoffe IX pag. 143.

Violet imperial, s. Theerfarbstoffe IX pag. 145.

Violett Hoffmann's, s. Theerfarbstoffe IX pag. 142.

Violett Lauth's, s. Theerfarbstoffe IX pag. 166.

Violett Perkin's, s. Theerfarbstoffe IX pag. 161.

Violett S, s. Theerfarbstoffe IX pag. 145.

Violettbronce, s. m. wolframsaures Wolframoxyd-Kali, s. b. Wolfram und Wolframbronce.

Violettholz, s. Luftholz V pag. 675.

Violettrubin, s. m. orientalischer Amethyst oder Amethyst-Saphir.

Violin, s. b. Veilchenblüthen X pag. 62. Denselben Namen führte auch ein von Price in London durch Behandlung von Anilin mit Schwefelsäure und Bleisuperoxyd dargestelltes Anilinviolett, vergl. Theerfarbstoffe IX pag. 135. *Gtl.*

Violursäure, Nitrosobarbitursäure, Nitrosomalonylharnstoff. Säure der Formel $C_4H_3N_3O_4 + H_2O = (CO[NH]^2 - C_3H[NO]O_2)$ entsteht bei Einwirkung von salpetriger Säure oder Salpetersäure auf Hydruilsäure (s. IV pag. 458), als Kaliumsalz, bei Einwirkung von salpetrigsaurem Kalium auf Barbitursäure $(C_4H_4N_2O_3)$, und kann durch Zersetzung des Kaliumsalzes mit Schwefelsäure abgeschieden werden. Bildet glänzende Krystalle (Rhombenoctaeder), die in kaltem Wasser etwas, leicht in heissem Wasser löslich sind, sich auch in Alkohol lösen. Ist einbasisch, zerlegt essigsaure Salze und bildet mit Basen meist Salze von schöner Färbung. So ein Ammoniumsalz, das in dunkelblauen Prismen krystallisirt, ein ebenso gefärbtes Kaliumsalz, das sich im Wasser mit veilchenblauer Farbe löst. Das Magnesiumsalz bildet purpurrothe Krystalle, das Baryumsalz rothe vierseitige Tafeln u. s. w., Salpetersäure verwandelt sie in Nitrobarbitursäure, Schwefelwasserstoff oder Jodwasserstoff reduciren zu Uramil. Erwärmen mit Kalilauge spaltet Ammoniak und Kohlensäure ab und liefert Nitrosomalonsäure. Beim Vermischen der heissen conc. Lösungen von Violursäure und Nitrobarbitursäure bildet sich Violantin, s. d. *Gtl.*

Violwurzel, s. m. Veilchenwurzel, s. Iriswurzel IV pag. 530.

Virginia, unter diesem Namen wurde von einzelnen amerikanischen Firmen eine Vaseline (s. d. X pag. 59) in den Handel gebracht. Vgl. übg. a. Tabak VIII pag. 696. *Gtl.*

Viridin, s. b. Theerfarbstoffe IX pag. 155.

Viridinsäure, s. b. Kaffee IV pag. 577.

Viscikautschin, s. b. Viscin.

Viscin. Bestandtheil der gemeinen Mistel (*Viscum album L.*), einer bekannten, auf höheren Bäumen nicht selten vorkommenden, immergrünen Schmarotzerpflanze aus der Familie der Loranthaceen, deren Beeren zur Gewinnung des Vogelleims (s. d.) verwendet werden. Findet sich in der Rinde und im Safte der Beeren und kann aus der Rinde erhalten werden, wenn man dieselbe mit Wasser mazerirt, dann abpresst und das Filtrat zuerst mit Alkohol von 90 Proc., dann mit Aether behandelt, welcher das Viscin nach dem Verdunsten als honigähnliche Masse hinterlässt. Bei der Destillation liefert es ein bei 227—229° C. sied. Oel, das Viscen. Die Zusammensetzung des Viscins entspricht nach Reinsch (Jahresber. 1860 pag. 541) der Formel $C_{10}H_{24}O_4$ (?). Neben Viscin enthält die Mistelrinde noch einen als Viscikautschin bezeichneten zähen, klebrigen Körper, der weder in Alkohol, noch in Aether löslich ist und der Formel $C_8H_{16}O$ entsprechend zusammengesetzt sein soll. *Gtl.*

Viscose, d. i. der eigenthümliche schleimige Körper, der bei der sog. Schleimgährung entsteht, vgl. Béchamp Compt. rend. 93, 78—82. *Gtl.*

Viscosität und **Viscosimeter**, s. b. Klebrigkeitsmesser IV pag. 779. Als Viscosität bezeichnet man übrigens auch die Vollmundigkeit gewisser Getränke, speciell des Bieres, d. i. den Eindruck des vollen, substantiösen Geschmackes, der in gewissem Sinne von dem Gehalte an einzelnen klebrigen Stoffen, zumal Dextrin, abhängig ist. *Gtl.*

Visiren, s. Messen VI pag. 47.

Visitireisen (*chat* — *scarcher*) oder Sondireisen, im Eisenstab ca. 1·5^{m} lang, oben mit einem Handgriff, unten mit einer Spitze versehen, dient zur Untersuchung der Festigkeit des Erdreiches für geringe Tiefen. Nach dem leichteren oder schwereren Eindringen in den Boden und nach dem Klange macht man den Schluss auf die Festigkeit des Erdreiches. *Grh.*

Vitellin, s. b. Eier II pag. 737, s. Eiweisskörper III pag. 141.

Vitelloluteïn und **Vitellorubeïn** sind nach Maly (Monatsheft f. Chem. Wien. Akad. 2 pag. 359) zwei, den früher als Luteïn (oder Hämoluteïn), s. V pag. 688 bezeichneten gelben Farbstoff, der sich im Eigelb, in der Butter, im Blutserum u. a. thierischen Stoffen, dann auch im Mais und den gelben Rüben findet, zusammensetzende Farbstoffe, deren ersterer sich in Alkohol mit rein gelber Farbe, der letztere mit braungelber Farbe löst und auch in Aether löslich ist. *Gtl.*

Vitriol (*vitriol* — *vitriol*). Im mineralogischen Sinne bezeichnet man als Vitriole eine Gruppe von Mineralien, welche schwefelsaure Salze sind; im chem. Sinne gebraucht man diese Bezeichnung speciell von den schwefelsauren Salzen der schweren Metalle u. z. namentlich des Eisens, des Kupfers und des Zinks, seltener und gewissermassen im übertragenen Sinne auch wohl anderer schwefelsaurer Salze mit metallischer Basis. Im Volksmunde ist die Benennung Vitriol übrigens auch als Bezeichnung der conc. Schwefelsäure, richtiger Vitriolöl genannt, gebräuchlich. Insbesondere versteht man unter Eisenvitriol oder grüner Vitriol das krystallisirte schwefelsaure Eisenoxydul (s. Eisen II pag. 756), unter Kupfervitriol oder blauer Vitriol das schwefelsaure Kupferoxyd (s. Kupfer V pag. 194), unter Zinkvitriol oder weissem Vitriol das schwefelsaure Zinkoxyd (s. Zink), und unterscheidet einzelne Handelssorten namentlich des Kupfer- und Eisenvitriols wohl auch noch durch besondere Beisätze, so bez. man als Adlervitriol oder gemischten Vitriol, Doppelvitriol, allgemein die durch Krystallisation aus gemischten Eisen- und Kupfervitriollösungen resultirenden Producte, welche Gemenge von wechselnden Mengen von Eisenvitriol und Kupfervitriol sind, von denen man speciell als Admonter Vitriol einen, bedeutende Mengen von Eisenvitriol enthaltenden Kupfer-Vitriol, und als Baireuther Vitriol und Salzburger Vitriol ähnliche Producte, jedoch mit etwas geringerem Eisengehalte bezeichnet, während man als cyprischen und römischen Vitriol meist reinen Kupfervitriol benennt. Auch die Namen Falkenvitriol und Unterharzer Vitriol bezeichnen z. Thl. gemischte Eisenvitriole. Als schwarzer Vitriol wird eine aus den Rückständen der Eisenvitriolkrystallisation gewonnene braune oder auch durch gerbstoffhaltige Zusätze schwarz gefärbte Sorte von Eisenvitriol bezeichnet. Goslarer Vitriol oder gelber Vitriol ist bas. schwefels. Eisenoxyd, Traubenvitriol ist eine bessere Sorte von Eisenvitriol. *Gtl.*

Vitrioläther, s. m. Schwefeläther, s. Aether I pag. 50.

Vitriolbleierz, s. m. Anglesit I pag. 150.

Vitriolerz, s. m. Strahlkies, s. Markasit V pag. 751.

Vitriolgeist, s. m. verdünnte Schwefelsäure.

Vitrioljockel, s. m. Eisenvitrol.

Vitriolkies, s. m. Strahlkies, s. Markasit V pag. 751.

Vitriolküpe, Indigoküpe mit Eisenvitriol bereitet, s. Indigo IV pag. 495.

Vitriolnaphta, s. m. Aether I pag. 50.

Vitriolocker, Min. Erdige Masse von ockergelber Farbe, welche wasserhaltiges, basisch schwefelsaures Eisenoxyd ist. Vork. Fahlun neben Botryogen, dann zu Goslar (Goslarer Vitriol). *Gtl.*

Vitriolöl, s. m. conc. rohe Schwefelsäure, s. b. Schwefel, VIII pag. 76 und 78.

Vitriolsäure, s. m. Schwefelsäure, s. Schwefel VIII pag. 76 und 78.

Vitriolsäure flüchtige, s. m. Schwefeldioxyd s. b. Schwefel VIII pag. 73.

Vitriolsalze, s. m. schwefelsaure Salze, vgl. Vitriol.

Vitriolsalz narcotisches, s. m. Borsäure b. Bor I pag. 726.

Vitriolschiefer, s. m. Alaunschiefer, s. b. Alaun I pag. 64.

Vitriolschmand, s. b. Eisen II pag. 762.

Vitriolspiritus, s. m. verdünnte Schwefelsäure.

Vitriolstein, s. b. Eisen II pag. 762.

Vitrum antimonii, s. m. Antimonglas, s. Spiessglanzglas VIII pag. 352.

Vivianit (*vivianite*), Anglarit, Mullicit, Blaueisenerz, Min. Meist kleine, säulenförmige Krystalle des monoklinen Systems, einzeln aufgewachsen oder in Gruppen, auch in kugeligen oder nierförmigen Aggregaten von radial faseriger oder stengliger Textur, dann derb und eingesprengt in staubartigen Massen (Blaueisenerde). Indigblau bis schwärzlichblau und schwärzlichgrün, mild, in dünnen Blättern biegsam, in solchen z. Thl. auch durchsichtig. Oft an der Fundstätte weiss, an der Luft aber bald blau werdend. Härte = 2, spec. Gew. = 2·6—2·7. Ist ein durch Oxydation von ursprünglich weissem, wasserhaltigem Eisenoxydul-Phosphat entstandenes bas. Eisenoxydul-Eisenoxyd-Phosphat mit 33 Proc. Eisenoxydul, 12·2 Proc. Eisenoxyd, 25·7 Proc. Wasser und 29 Proc. Phosphorsäure. Vork. Cornwall, dann Bodenmais in Bayern, an beiden Orten in schön krystall. Varietäten, dann zu Anglar in Frankreich, in den Mullica-Hills, New-Jersey, dann bei Kertsch in der Krim, in Torfmooren, ebenso in der Soos bei Franzensbad in Böhmen, als Blaueisenerde zu Spandau und Eckartsberga. Wird in reinen Varietäten hie und da als blaue Erdfarbe benützt. *Gtl.*

Vliess (*nappe* — *fleece*), s. Baumwollspinnerei I pag. 332.

Vliessmaschine (*nappeuse*). Ist eine in der Kammgarnspinnerei (s. d.) vor der Schlumberger'schen Kämmaschine verwendete Vorbereitungsmaschine. *E.*

Voelknerit, Min. Derb, in krummflächig blättrigen oder gewunden faserigen Aggregaten, weiss, perlmutterglänzend, in dünnen Blättern durchscheinend, etwas biegsam. Die Aggregate meist mit Magneteisenerz gemengt. Selten in hexagonalen Tafeln. Härte = 2, spec. Gew. = 2·04. Ist ein wasserhaltiges Magnesiumaluminat mit geringem Kohlensäuregehalte. Im Mittel enthält er 43·5 Proc. Wasser, 40·0 Proc. Magnesiumoxyd und 16·5 Proc. Thonerde. Vork. Schischimskisches Gebirge bei Slatoust. Mit dem Voelknerit im nahen Zusammenhange stehend und wahrscheinlich aus diesem durch Wasserverlust und Kohlensäureaufnahme entstanden, ist der Hydrotalkit, welcher dem Voelknerit ähnliche, gelblichweisse, blättrige oder faserige Aggregate bildet, die die Härte = 2 und das spec. Gew. = 2 haben. Er besteht aus 34·1 Proc. Wasser, 39·2 Proc. Magnesiumoxyd, 16·3 Proc. Thonerde und Eisenoxyd und 10·4 Proc. Kohlensäure. Vork. als Begleiter des Serpentins zu Snarum in Norwegen. *Gtl.*

Vogel (*tacot, chasse-navette* — *driver, picker*), Schneller. Treiber, s. Weberei bei mechanischem Webstuhl oder Kraftstuhl.

Vogelbeeren (*bayes de cochène — quickberryes*), Quitschenbeeren, Drosselbeeren, Sperberbeeren, Ebersbeeren, sind die Früchte (Steinbeeren) der Eberesche (*Sorbus aucuparia L.*), eines auch unter dem Namen Sperberbaum oder Vogelbeerbaum bekannten Baumgewächses aus der Familie der Pomeen, der in Mitteleuropa in allen Gebirgsgegenden häufig ist und an seinen gefiederten, in der Jugend weich behaarten, später glatten Blättern mit länglich lanzettlichen, scharf gesägten Fiederblättchen, den in Doldentrauben stehenden, weissen, wohlriechenden Blüthen und den im Herbste sich schön roth färbenden, in dicht gedrängten Doldentrauben stehenden runden, etwa erbsengrossen Beeren kenntlich ist.

Diese Beeren, welche während und unmittelbar nach der Reife einen nachhaltig adstringirenden säuerlichen Geschmack haben und hart sind, werden durch den Frost weich und geniessbar und sind dann eine zur Winterszeit von den Vögeln gesuchte Nahrung. Sie enthalten als wesentliche Bestandtheile Aepfelsäure (wohl auch Vogelbeersäure genannt), dann einen gährungsfähigen Zucker, eine nicht gährungsfähige krystallinische Zuckerart Sorbin (s. d. VIII pag. 304) und einen mannitähnlichen Körper Sorbit (s. d. VIII pag. 304), einen eisengrünenden Gerbstoff, Bitterstoff, rothen Farbstoff, Wachs, ein stearoptenartiges ätherisches Oel und eine scharfe flüchtige Substanz, im unreifen Zustande auch Sorbinsäure (s. d. VIII pag. 304). Die scharfe Substanz bildet im reinen Zustande ein farbloses Oel von durchdringend aromatischem Geruche, dem spec. Gew. 1·068 und dem Siedepunkte 221° C. und wurde von A. W. Hofmann als Parasorbinsäure bezeichnet, weil sie die Eigenschaften einer Säure zeigt.

Die Vogelbeeren wurden früher als Arzneimittel zur Bereitung einer Salse verwendet und sind im Volke noch heute als Heilmittel im Gebrauche (Vogelbeersaft). Mehrfach finden sie auch Verwendung zur Spiritusgewinnung, sowie als Rohmateriale für die Gewinnung von Aepfelsäure. *Gtl.*

Vogelbeerholz. Das Holz der Eberesche, Eibischholz, Massbeerholz (*sorbier sauvage — mountain ash, quickbeam*), von weisslicher oder bräunlicher Farbe, feinem Gefüge, ziemlich hart, schwer und zäh; es eignet sich für Tischler-, Büchsenschäfter- und Wagner-Arbeiten. *E.*

Vogelbeersäure, s. m. Aepfelsäure I pag. 49.

Vogeldunst (*cendre de plomb, cendrée — dust shot*), feines Flintenschrot, s. Schrotfabrication VIII pag. 48.

Vogelkirschbaum (*Prunus avium, Cerasus sylvestris*), Süsskirschbaum, Waldkirschbaum, Holzkirschbaum (*merisier — wild cherry-tree*), wächst meist in Wäldern; dessen Holz ist gelblich bis ins Bräunliche und Röthliche, öfters dunkler gestreift und geflammt, von mittelmässiger Härte, fein, dicht und zu feinen Tischler- und Drechslerarbeiten sehr geeignet. *E.*

Vogelleim (*glue — bird lime*). Unter diesem Namen geht gewöhnlich die durch Eindicken des Saftes der Beeren der gemeinen Mistel (*Viscum album L.*) gewonnene, dickflüssig, zähe, klebrige Masse, welche namentlich für Zwecke des Vogelfangs, sowie des Fangs von Insecten (Fliegen) Verwendung findet. Sie wird dargestellt, indem die reifen Mistelbeeren zerquetscht, der Saft von den Samen und der Fruchthaut durch Abpressen getrennt und sodann bei mässiger Wärme eingedickt wird. Er enthält als wesentlichen Bestandtheil Viscin, s. d. oben pag. 131.

Eine andere Sorte von Vogelleim gewinnt man durch Auskochen der Rinde des unter dem Namen Stechpalmenstrauch bekannten *Ilex aquifolium L.*, eines hie und da in Gebirgsgegenden vorkommenden, häufig auch in Gärten cultivirten Strauches aus der Familie der Aquifoliaceen, dessen Aeste und Zweige mit einer glatten, grünen Rinde bedeckt sind. Die innere Zweigrinde wird gesammelt, mit Wasser ausgekocht und der Saft, zu einer zähen Masse eingedickt, als Vogelleim verwendet.

Wahrscheinlich auch von einer Ilex-Art stammt der sogen. japanische Vogelleim, welcher in grossen Mengen in Japan hergestellt wird und namentlich von Osaka aus zu Markte kommt. Derselbe wird von einem, von den Japanesen Moschi-Baum genannten, an schattigen Berglehnen des südlichen Japans häufiger vorkommenden Baume gewonnen, indem in der Zeit vom Juni bis October

die Rinde abgelöst, dann 40 Tage lang im Wasser mazerirt, hierauf zerstossen wird, wobei sich allmätig eine leimartige Masse bildet, welche wiederholt gestossen und durch Auswaschen mit Wasser von beigemengten Rindenstückchen und anderen Unreinigkeiten befreit wird. Die auf solche Weise erhaltene zähe, klebrige Masse soll dem Verderben gar nicht unterliegen und wird von den Japanesen auch als Heilmittel, speciell als Pflaster verwendet.

Auch aus dem Milchsafte des Brodfruchtbaumes *(Artocarpus incisa L.)* wird durch Eindicken eine Art von Vogelleim gewonnen, welche von Singapore aus unter dem Namen Gutta-trap in den Handel kommt. Endlich stellt man hie und da auch durch lange fortgesetztes Einkochen von Leinöl eine zähe, klebrige Masse her, die gleichfalls als Vogelleim Verwendung fand. *Gtl.*

Vogelnester, essbare, s. m. Tunkinnester, s. Salangane VII pag. 513.

Vogelzunge *(feuille de sauge — douple halfround)*, s. Feilen III pag. 393.

Vogesensäure, s. m. Traubensäure IX pag. 626.

Voglit, s. m. Urankalkcarbonat, s. d. X pag. 37.

Volant *(volant — fancy roller, fly)*, Läufer, Schnelläufer, s. Streichgarnspinnerei VIII pag. 604.

Volborthit, Min. Kleine, bis sehr kleine, tafelförmige Krystalle des hexagonalen Systems, z. Thl. einzeln, z. Thl. zu kugelförmigen oder schuppigen Aggregaten verbunden, häufig als erdiger Anflug, olivengrün, grasgrün bis zeisiggrün oder gelb, Härte = 3, spec. Gew. = 3·49—3·55. Ist vanadinsaurer Kupferoxydkalk mit geringem Wassergehalt, enthält bis 37 Proc. Vanadinsäure. Vork. Syssersk und Nischne-Tagilsk in Russland, Friedrichsrode im Thüringer Wald. Er tritt in Russland ziemlich häufig als färbendes Princip in den permischen Sandsteinen auf. *Gtl.*

Volkameria-Essenz, s. Parfumerie VI pag. 565.

Vollerde, s. m. weisser Pfeifenthon, s. Thon IX pag. 233.

Vollfeuer, s. b. Thonwaarenfabrication IX pag. 325.

Vollgarn bezeichnet im Osnabrückischen und dem benachbarten Westphalen eine Gattung Leinengarn zu 1200 Fäden im Stück, der Regel nach 20 Gebinde zu 60 Fäden, zuweilen aber auch 24 Gebinde zu 50 Fäden. *E.*

Vollgatter, s. Sägen VII pag. 471.

Vollgespärre, Bundgespärre, s. Dach II pag. 466.

Vollkantig heisst ein Holzbalken, der vollständig nach rechteckigem Querschnitt bearbeitet ist. *Grh.*

Vollmundigkeit, s. m. Viscosität X pag. 132.

Volt wird die von dem internationalen Congresse der Elektriker zu Paris (1881) angenommene Masseinheit für die elektromotorische Kraft genannt, welche der schon von der British Association for the advancement of science (1863 bis 1874) aufgestellten praktischen Masseinheit gleichkommt. Als Grundeinheiten für elektrische Messungen sind das Centimeter (*C*), das Gramm (*G*) und die Secunde (*S*) erwählt worden und die von Gauss und Weber aufgestellten Masseinheiten durch Multiplication mit Potenzen von 10 auf praktisch bequemere Werthe gebracht worden, demnach entspricht ein Volt 10^8 (*C. G. S.*) Einheiten und kommt nahezu gleich 0·93 der elektro-motorischen Kraft eines normalen Daniell'schen Elementes.

Von demselben intern. Congresse wurde als Einheit des elektrischen Widerstandes das gleichfalls bereits früher von der British Association aufgestellte Ohm angenommen, welches 10^9 (*C. G. S.*) Einheiten entspricht und gleich ist 1·0493 Siemens-Einheiten, d. i. des Widerstandes, den ein Quecksilberprisma von 1^m Länge und $1\square^{mm}$ Querschnitt bei 0° C. ausübt. 1 Ohm kommt nahezu der Widerstand-grösse gleich, welche ein reiner Kupferdraht von

48·5m Länge und 1mm Durchmesser bei 0° C. ausübt. Für die Einheit der Stromstärke hat der Congress das Ampère gewählt, welches der Stromstärke gleichkommt, die ein Volt in ein Ohm erzeugt und also gleich ist $10^8 : 10^9 = 10^{-1}$ oder $^1/_{10}$ (*C. G. S.*) Einheiten. 1 Ampère entspricht 10·54 Jacobi'schen Einheiten, d. i. 10·54mal der Stromstärke, welche in 1 Minute 1cc Knallgas liefert. 1 Ampère fällt in der Stunde 4 Grm. Silber. Weitere seitens des genannten Congresses aufgestellte Masseinheiten sind das Coulomb, d. i. die Einheit der Elektricitätsmenge, d. i. jene elektrische Quantität, welche 1 Ampère in 1 Secunde gibt, also die Elektricitätsmenge, welche 1 Volt elektromotorischer Kraft in einem Leiter von 1 Ohm Widerstand in der Secunde erzeugt; ferner das Farad, d. i. die Einheit der elektrischen Capacität, welche gleich ist der Capacität eines Condensators, welcher, mit 1 Volt geladen, die Elektricitätsmenge von 1 Coulomb enthält.

Um kleinere Masseinheiten zu erhalten, hat man den millionsten Theil des Volt, d. i. 10^2 (*C. G. S.*) Einheiten als Mikro-Volt angenommen, und andererseits als grössere Einheit das Mega-Volt, d. i. das millionfache des Volt $= 10^{14}$ (*C. G. S.*) Einheiten aufgestellt, vgl. Elektricität III pag. 168. *Gtl.*

Volta's Bogen, s. m. elektrischer Lichtbogen, s. Licht elektrisches V pag. 558.

Volta's Säule, s. m. Voltaische Batterie, s. Elektricität III pag. 177.

Voltaïsmus, s. m. Galvanismus, s. Elektricität III pag. 175.

Voltaït, Min. Schwarze tesserale Krystalle, fettglänzend. Ist ein wasserhaltiges Doppelsulfat des Eisenoxyduls und Eisenoxyds, mit geringem Thonerde- und Kaligehalt. Vork. in der Solfatara bei Neapel. Ist wahrscheinlich ein Rückstand von der bei Einwirkung von höheren Temperaturen auf Schwefelablagerungen sich vollziehenden natürlichen Destillation des Schwefels. *Gtl.*

Voltameter, s. Elektrolyse III pag. 239.

Voltatyp, Elektrotyp, d. i. ein auf galvanischem Wege hergestellter galvanoplastischer Abklatsch einer Druckplatte oder dergl. in Kupfer, s. Galvanoplastik III pag. 680. *Gtl.*

Voltzin, Min. Kleine, aufgewachsene, halbkugelförmige Auflagerungen oder nierförmige Ueberzüge von krummschaliger Structur, ziegelroth, in gelb und braun nuancirt, am Bruche fettartiger Glasglanz, sonst Perlmutterglanz, kantendurchscheinend oder undurchsichtig. Härte = 4·5, spec. Gew. = 3·66. Ist eine Verbindung von Zinkoxyd (17·2 Proc.) mit Schwefelzink (82·8 Proc.). Vork. Pontgibaud in der Auvergne. *Gtl.*

Volumen (*volume — size*), soviel wie Rauminhalt oder Mass der Raumerfüllung, d. i. die Raumgrösse, die ein Körper unabhängig von seiner Gestalt, bez. der Art seiner Begrenzung im Raume einnimmt. Die Grösse der Raumerfüllung ist abhängig von der Natur des Stoffes, aus dem ein Körper besteht, dann aber von der Höhe der Temperatur, und bei Gasen und Dämpfen, insbesondere auch von dem Drucke, und nimmt allgemein mit der Zunahme der Temperatur zu, mit der Zunahme des Druckes ab (vgl. Ausdehnung I pag. 244). Eine Ausnahme von der Regel der Volumzunahme mit der Steigerung der Temperatur macht zwischen 0° und 4° C. das Wasser (s. Wasser), welches innerhalb dieser Grenzen mit zunehmender Temperatur eine Volums-Verminderung erfährt. Ueber die Beziehungen zwischen Volumen und Gewicht, s. Dichte II pag. 622 und Gewicht specifisches III pag. 776 und Körper V pag. 33.

Wie schon erwähnt, ist die Raumerfüllung, abgesehen von dem Einflusse der Temperatur und des Druckes, wesentlich bedingt durch die Natur der Materie, aus welcher ein Körper besteht und es ist daher nicht nur begreiflich, dass gleiche Gewichtsmengen verschiedener Körper ein wesentlich verschiedenes Volumen haben können, sondern es muss auch klar sein, dass, gleiche Druck- und Temperaturverhältnisse vorausgesetzt, jeder Materie eine bestimmte Raumerfüllung zukommt. Nach dem im Artikel Gewicht specifisches Gesagten wird sich die Grösse der Raumerfüllung, also das Volumen einer bestimmten Gewichtsmenge eines Körpers leicht ergeben, wenn man das Gewicht desselben durch sein spec. Gewicht dividirt. Man erhält hiebei eine Zahl, welche angibt, wie vielmal grösser oder kleiner das Volumen des fraglichen Körpers gegenüber dem Volumen ist, welches die gleiche Gewichtsmenge des als Einheit der spec. Gewichte angenommenen Körpers bei gleichen Temperatur-

und Druckverhältnissen ist. Würde es sich z. B. darum handeln, zu ermitteln, welchen Raum 1 Kilo Quecksilber einnimmt, so würde sich, da das spec. Gewicht des Quecksilbers, bezogen auf die Einheit Wasser bei 4° C. = 13.588 ist $\frac{1}{13.588} = 0{\cdot}073594$ ergeben, d. h., da der als Einheit der spec. Gewichte angenommene Werth das Gewicht der Volumseinheit des Wassers von 4° C. ist, dass 1 Gewichtstheil von Quecksilber nur 0·073594 des Raumes einnimmt, den 1 Gewichtstheil Wasser von derselben Temperatur erfüllt. Kennt man nun das absolute Volumen eines Kilogramms Wasser von 4° C. und weiss, dass dasselbe genau 1 Liter = 1000cc beträgt, so ergibt sich, dass das Volumen von 1 Kilo Quecksilber bei 4° C. nur das 0·073594fache von 1000cc also 73.594cc betragen wird.

In gleicher Weise wird man bei Gasen, deren spec. Gewichte in der Regel auf die Einheit Luft bezogen sind, durch Division ihres Gewichtes durch das spec. Gewicht erfahren, wie viel grösser oder kleiner das Volumen des fraglichen Gases gegenüber dem Volumen der gleichen Gewichtsmenge von Luft bei gleichen Temperatur- und Druckverhältnissen ist, und wird sich so z. B. ergeben, dass das Volumen von 1 Grm. Kohlensäuregas bei 0° C. und 760mm Druck gleich ist $\frac{1}{1{\cdot}529} = 0{\cdot}654$, d. h. dass die Raumerfüllung von 1 Grm. Kohlensäure nur 0·654 von der eines Grammes Luft von gleicher Temperatur und gleichem Drucke ist. Weiss man nun, dass 1 Grm. Luft bei der angegebenen Temperatur und Druck 772·8cc Raum erfüllt, so ergibt sich, dass dieselbe Menge von Kohlensäure unter den gleichen Druck- und Temperaturverhältnissen 772·8 $\times$ 0·654 = 505·41cc Raumerfüllung zeigen wird.

Aus dem Gesagten folgt, dass man durch Division der Atomgewichte, bez. der Molekulargewichte der verschiedenen Körper durch die spec. Gewichte derselben, die relative Raumerfüllung der Atome, bez. Moleküle, d. h. Ausdrücke erhalten muss, welche das Verhältniss der Volumina der einzelnen Stoffe zu dem Volumen des als Einheit der Atomgewichte oder Molekulargewichte gewählten Körpers, bez. des Volumens der Atome oder Moleküle jener zu dem Volumen der Atome oder Moleküle dieses angeben.

Man findet so die specifischen Volume, bez. die Molekularvolume der verschiedenen Körper und die Atomvolume.

Wählt man als Einheit der Atomgewichte Wasserstoff = 1 und für die Molekulargewichte Wasserstoff = 2 und andererseits, als Einheit der spec. Gewichte von Gasen und Dämpfen, gleichfalls das spec. Gew. des Wasserstoffs = 1, so ergibt sich für den Wasserstoff das Atomvolumen = 1 und das Molekularvolumen = 2 und es zeigt sich, dass dann für die übrigen Gase und Dämpfe mit wenigen Ausnahmen sich die gleichen Volumgrössen der Atome und Moleküle ergeben, so dass sich sagen lässt, dass die relative Raumerfüllung der Atome und Moleküle aller gasförmigen Körpern gleich ist. Hiebei hat man aber unter Raumerfüllung des Atoms oder Moleküls nicht die absolute Raumerfüllung, sondern das Raummass zu verstehen, welches das bewegte Atom oder Molekül in Anspruch nimmt.

Andererseits gilt der Satz von der Gleichheit des spec. Volumens gasförmiger Körper nur von den Körpern im freien Zustande, nicht aber auch dann, wenn dieselben in Verbindungen enthalten sind.

Sehr interessante Beziehungen ergeben sich auch, wenn man die spec. Volumina von Flüssigkeiten beim Siedepunkte derselben vergleicht, die man findet, wenn man das Molekulargewicht einer Flüssigkeit durch das spec. Gewicht dividirt, welches sie bei ihrem Siedepunkte zeigt. Es ergibt sich hiebei, dass das spec. Volumen in ganz bestimmter Beziehung zu der Zusammensetzung der Körper steht, so dass sich aus der Vergleichung einer grösseren Reihe von Verbindungen Schlüsse auf die Grösse des spec. Volumens, das den einzelnen Elementen in Verbindungen zukommt, ziehen lassen. So hat Kopp ermittelt, dass das spec. Volumen des Wasserstoffs in flüssigen Verbindungen 5·5, das des Kohlenstoffs 11, das des Chlors 22·8, des Jods 37·5, des Broms 27·8 ist, und weiter festgestellt, dass das spec. Volumen des Sauerstoffs, wenn er völlig an Kohlenstoff gebunden ist, 12·2, wenn er aber nur mit einer Affinität an Kohlenstoff gebunden ist, 7·8 beträgt. Ebenso ergibt sich für Stickstoff, wenn er an Wasserstoff und an Kohlenstoff gebunden ist, das spec. Volumen 2·3, wenn er als NO_2 (Nitrogruppe) an Kohlenstoff gebunden ist, ein spec. Volumen 8·6 und wenn er als Cyan vorhanden ist, ein spec. Volumen 17 u. s. w.

Da die Summe der spec. Volumina der Elementaratome gleich ist dem spec. Volumen der Verbindung, so lässt sich unter gewissen Umständen aus dem spec. Volumen einer Verbindung, also mittelbar durch die Bestimmung des spec. Gew. einer flüssigen Verbindung bei ihrem Siedepunkte ein Schluss auf ihre chemische Constitution ziehen, oder doch eine Controle für die Richtigkeit der auf anderem Wege ermittelten Constitution führen.

Auch bezüglich der spec. Volume fester Körper ergeben sich gewisse, wenn auch minder auffällige Beziehungen zu der Zusammensetzung bez. Constitution derselben. Näheres s. in chem. Handbüchern. *Gtl.*

Volumen specifisches, s. b. Volumen.

Volumenometer, Apparat zur Bestimmung des Volumens pulverförmiger bez. poröser Körper. Die einfachste und älteste Form derartiger Apparate ist jene des Stereometers von Say. Die Einrichtung desselben ist in Kürze folgende: Eine möglichst genau cylindrische Röhre aus Glas trägt am oberen Ende ein ebenfalls cylindrisches, etwa 50^{cc} fassendes Gefäss mit flachem und eben geschliffenem Rande, auf welchem eine Glasplatte, luftdicht schliessend, aufgeschliffen ist. Das Glasrohr trägt unmittelbar unter dem Gefässe eine Marke 0 und ist überdies mit einer Theilung versehen, welche genau den Rauminhalt des zwischen je zwei Theilstrichen liegenden Röhrentheils abzulesen gestattet. Ein weiterer, genügend hoher Glascylinder, mit Quecksilber gefüllt, ermöglicht, dass das Stereometer mit seinem cylindrischen Rohrtheile bis zur Marke 0 in Quecksilber eingesenkt werden kann.

Zur Ausführung einer Volumbestimmung mit diesem Apparate verfährt man so, dass man das Stereometer bei abgenommener Glasplatte bis zur Marke 0 in das Quecksilbergefäss einsenkt, sodann die Glasplatte auf den Rand des Gefässes luftdicht aufsetzt und nun das Stereometer aus dem Quecksilbergefässe soweit herauszieht, bis eine messbar hohe Säule von Quecksilber in dem cylindrischen Rohre über das Niveau des Quecksilbers im äusseren Gefässe gehoben ist. Man misst nun den Volumenzuwachs der Luft im Stereometer durch Ablesung an der Theilung des cylindrischen Rohres, andererseits misst man die Höhe der gehobenen Quecksilbersäule.

War V das durch die aufgelegte Platte in dem bis zur Marke 0 in Quecksilber tauchenden Stereometer abgesperrte Luftvolumen von dem Barometerstande H, v die abgelesene Volumzunahme beim Heben des Stereometers aus dem Quecksilber und h die Höhe der gehobenen Quecksilbersäule, so ist:

$$\frac{V+v}{V} = \frac{H}{H-h}$$

woraus sich das abgeschlossene Luftvolumen genau berechnen lässt, da v, H und h bekannte Grössen sind.

Bringt man nun in das Gefäss des Stereometers einen pulverförmigen Körper, dessen Volumen zu bestimmen ist, nachdem man das Stereometer wieder bis zur Marke 0 in Quecksilber getaucht hat, legt dann die Deckplatte auf und hebt nun das Stereometer wieder so weit aus dem Quecksilbergefässe, bis das Luftvolumen denselben Zuwachs erfahren hat, wie bei dem ersten Versuche, so wird man finden, dass die Höhe der gehobenen Quecksilbersäule eine andere ist, als bei dem Versuche mit dem leeren Stereometer, da das abgeschlossene Luftvolumen im Stereometer nun um das Volumen des eingeführten pulverförmigen Körpers kleiner geworden ist. Nennen wir letzteres x und die Höhe der gehobenen Quecksilbersäule h', so haben wir nach demselben Grundsatze wie oben

$$\frac{V-x+v}{V-x} = \frac{H}{H-h} \text{ und } X = V - \frac{v\,(H-h')}{h'},$$

woraus sich, da V schon aus dem ersten Versuche ermittelt war, x leicht berechnen lässt.

Wie man sieht, gründet sich das Verfahren auf die Anwendung des Mariotte'schen Gesetzes, nach welchem sich das Volumen der Gase umgekehrt verhält, wie der Druck, dem sie unterworfen sind oder allgemein $V:v = p:P$, wenn V das Volumen einer gegebenen Luftmenge unter dem Drucke P und v das Volumen derselben Luftmenge unter dem Drucke p bezeichnet. Erforderniss für die Gewinnung richtiger Resultate ist natürlich, dass beide Versuche unter denselben Temperatur- und Druckverhältnissen (bei demselben Barometerstande) gemacht werden.

Auf dem gleichen Principe beruht das Volumenometer von Regnault, doch ist der Apparat etwas complicirter und besteht derselbe aus zwei communicirenden Röhren, die an

der Communicationsstelle mit einem Dreiweghahn versehen sind, der je nach der Stellung entweder Quecksilber aus dem einen als Füllrohr dienenden Schenkel in das zweite, das Messrohr, überfliessen zu lassen gestattet, oder aber den Abfluss desselben aus dem Messrohre zulässt. Das Messrohr selbst trägt zwei Marken, zwischen welchen eine kugelförmige Erweiterung sich findet und ist sein oberes Ende mittels einer besonderen Vorrichtung leicht und vollkommen dicht mit einem etwa 300cc fassenden Glasballon zu verbinden, welcher zur Aufnahme des zu untersuchenden Körpers dient. Man misst dann zuerst das Volumen des Raumes der zwischen den beiden Marken am Messrohre liegt, indem man das Messrohr bei offenem oberen Ende bis zur oberen Marke mit Quecksilber vollfüllt, dasselbe dann bis zur unteren Marke abfliessen lässt und das abgeflossene Quecksilber genau misst. Ist dieses Volumen *v* einmal bestimmt, dann lässt sich nach demselben Verfahren wie beim Stereometer das Volumen der Luft in dem Glasballon, und endlich das nach der Einführung der zu untersuchenden Substanz in denselben in diesem verbleibende Luftvolumen ermitteln, wenn man jedesmal das Quecksilber bis zur unteren Marke ablässt und das Volumen des abgeflossenen Quecksilbers, dessen Höhe sich dann in dem Füllrohre entsprechend senken muss, abmisst.

Das Volumenometer von Kopp beruht auf der Anwendung desselben Principes, jedoch mit der Abweichung, dass an der Höhe einer getragenen Quecksilbersäule die Druckzunahme gemessen wird, welche sich bei der Verdichtung der in einem Gefässe eingeschlossenen Luft, um ein gleiches Raummass, einmal bei Abwesenheit, das anderemal bei Anwesenheit des zu untersuchenden Körpers in dem Gefässe einstellt.

Hat man das Volumen eines Körpers auf solche Weise bestimmt und ermittelt man das Gewicht desselben, so lässt sich, wie begreiflich, sein spec. Gewicht leicht berechnen. *Gtl.*

Volumeter, s. m. Araeometer Gay-Lussac's s. Araeometer I pag. 181.

Volumetrie, s. m. Maasanalyse, s. b. Analyse I pag. 143, vgl. a. Messgefässe VI pag. 76.

Volute (*volute — spiral scroll*), das spiralförmige Profil beim Kapitäl der jonischen Säule. Der innerste Kreis heisst das Auge. Siehe Styl VIII pag. 658, Fig. 4621. *Grh.*

Volutfedern, s. Eisenbahn III pag. 95, s. Federn III pag. 378.

Voranschlag, s. Kostenanschlag V pag. 105.

Vorausmass, s. Kostenanschlag V pag. 105.

Vorbeize. Eine schwache Säure zum langsamen Wegbeizen der Oxydschichte von Metallwaaren. *E.*

Vorderblech, Förderblech, Senklerblech. Die dünnste Sorte Weissblech. *E.*

Vordergeschirr (*lisses de rabat*), Vorderwerk, Vorkämme. Einige beim Jaquard-Webstuhle vor dem Harnisch angebrachte Schäfte, durch welche die Bindungen für das Grundgewebe gebildet werden, s. Weberei. *E.*

Vorderlader, s. Feuerwaffen III pag. 448.

Vorderrast (*cran du repos*), Ruhrast, erste Ruhe, s. Feuerwaffen III pag. 451.

Vorderstaude (*grippes de devant, guides*) bezeichnet diejenigen aufrechten Hölzer, welche beim deutschen Geschirr (Hammergeschirr oder Stampfe) die Führungen der Hämmer bilden. *E.*

Vorderwerk, s. Vordergeschirr.

Vorderzange (*presse de devant — side screw*). Eine Vorrichtung zum Einspannen von Arbeitsstücken an der linken vorderen Seite der Hobelbank, s. IV pag. 347.

Vorfeile, s. Feilen III pag. 392.

Vorfeuer, s. m. Schmauchen, Lavirfeuer, s. b. Thonwaarenfabrication IX pag. 324.

Vorfeuerung, s. Dampfkessel II pag. 535.

Vorgabe, s. Bergbau I pag. 385 und Sprengen VIII pag. 381.

Vorgangssalz, d. i. das beim Versieden der Salzsoolen zuerst fallende, etwas unreinere Salz, s. Natrium VI pag. 305.

Vorgarn, s. Baumwollspinnerei I pag. 322.

Vorgekragt (*encorbellé — corbellet out*). Frei aus der Fläche vorspringend. Siehe auch Ueberkragung. *Grh.*

Vorgesperre nennt man Verschlussvorrichtungen der Schlüssellöcher, welche häufig durch Anwendung eines Kunstgriffes (Vexir) erst geöffnet werden müssen, bevor man den Schlüssel einführen kann. *Kk.*

Vorgespinnst. Vorgarn, s. Baumwollspinnerei I pag. 322.

Vorhalter, s. Nietstempel VI pag. 364.

Vorhalthammer, s. Nieten VI pag. 362.

Vorherd (*avant-creuset — breast-pan*) bezeichnet bei Dampfkessel-Feuerungen die Lage des Verbrennungsraumes vor, nicht unter dem Kessel, bei Cupolöfen die Erweiterung des untersten Ofenraumes über den cylindrischen Ofenkörper hinaus gegen die Abstichseite. *Kk.*

Vorkämme, Vorderwerk, s. Vordergeschirr.

Vorkarde, s. Baumwollspinnerei pag. 334.

Vorkopf. Der Vorsprung eines Balkenendes über andere Balken der Construction, z. B. Vorkopf bei hölzernen Thürstöcken. *Grh.*

Vorlage, s. b. Destillation II pag. 609.

Vorlauf, s. Branntweinbrennerei I pag. 760.

Vorlegen (*charger*). Das Zuführen des Spinnmateriales in die Reinigungs- oder Krempelmaschine.

Vorlegewerk (*quadrature, minuterie — dial-train, hour-train*), Zeigerwerk. Jene Zahnräderverbindung, welche bei Uhren die Minutenzeigerachse mit der Stundenzeigerachse verbindet, s. Uhren IX pag. 756.

Vorlegschlösser (*cadenas — pad-lock*), Hängeschlösser, s. Schlösser VII pag. 714.

Vormaischapparat, vgl. Bier I pag 482 und Branntweinbrennerei I pag. 748.

Vorreiber (*tourniquet — snacket*), ein Fensterbeschlag, s. Fenster III pag. 406.

Vorreisser (*tambour briseur — licker-in, taker-in*), Einführungswalze, Zuführwalze. Eine kleine Walze mit Kratzenbeschlag versehen, welche bei der Baumwoll-Krempelmaschine die Baumwolle von den Speisewalzen empfängt und sie an die Trommel der Maschine abliefert. *E.*

Vorrichtung, Ausrichtung, s. Bergbau I pag. 387.

Vorschlaghammer (*marteau à devant — twohanded hammer*), Zuschlaghammer, s. Schmieden VII pag. 732.

Vorsetzen, Laufenlassen. Das geschmolzene Metall aus dem Schmelzofen durch eine im Sande (Boden des Giessereilocales) geschlagene Rinne zu den Giessformen leiten. *E.*

Vorspinnen, s. Baumwollspinnerei I pag. 344.

Vorspinnkrempel (*continue, carde continue*), s. Streichgarnspinnerei VIII pag. 613.

Vorspinnmaschine (*banc à broches — flyer*), s. Baumwollspinnerei I pag. 344.

Vorstählen, Verstählen, s. Schmieden VII pag. 746.

Vorstechmaschine (*machine à piquer, machine à percer — punching machine, reading and stamping machine*), Kartenschlagmaschine, s. Weberei, bei Jaquardmaschine.

Vorsteven, s. Schiffbau VII pag. 605.

Vorstoss, s. b. Destillation II pag. 609.

Vorwärmer, s. b. Branntweinbrennerei I pag. 761 und 765.

Vorwärtseinschneiden, s. Messen VI pag. 61.

Vorwalzen (*cylindres à cingler, cylindres préparateurs — blooming rolls, puddler's rolls*), Luppen-Walzwerk, s. Eisenerzeugung III pag. 50, s. Walzen.

Vraic, s. m. Varce, s. b. Kelp IV pag. 712.

Vulkanfiber. Unter dieser Benennung werden Platten, von meist rothbrauner Farbe, zu Ventilklappen, Dichtungsringen u. dgl., ferner Röhren durch die Patent Vulcanized Company in den Handel gebracht (Vertreter J. Wilfert in Köln). Man unterscheidet „flexible" und „harte" Vulkanfiber. Kocht man diese Masse mit concentrirter Salpetersäure, so löst sie sich in eine flockige Fasermasse auf. Mit concentrirter Schwefelsäure ebenso behandelt, erhält man eine kohlige Masse. Verascht man die Vulkanfiber, so bleibt ein brauner Rückstand, welcher sich in Schwefelsäure löst und die bekannte Eisenreaction mit Ferrocyankalium liefert, daher zumeist aus Eisenoxyden besteht. Auch lässt sich ein Stückchen Vulkanfiber kurze Zeit mit Salpetersäure gekocht oder der Einwirkung concentrirter Aetzlauge ausgesetzt in einzelne Schichten theilen, ähnlich gekautschter Pappe. Hieraus erhellt, dass das Vulkanfiber sehr nahe verwandt mit H. W. Morrows Pergament ist, welches dadurch erhalten wird, dass Rollenpapier durch ein Salpetersäurebad gezogen wird, so dass die Oberfläche kleisterartig wird, in welchem Zustande das noch feuchte Papier auf einen erwärmten Cylinder gewickelt wird, wodurch die einzelnen Schichten an einander haften. (S. Dinglers polyt. Journ. 259 pag. 145.)

Die „harte Vulkanfiber" ist ein vorzüglicher Isolator und wird in neuerer Zeit als solcher bei Dynamos, Commutatoren, telegraphischen und Beleuchtungs-Apparaten vielfaeh verwendet. Da die Vulkanfiber der Einwirkung von Wasser Oelen, Alkohol, Naphta und vielen anderen Substanzen vorzüglich widersteht, so wird von derselben auch zu Achsringen, Schmierbüchsendeckeln, Ventilkegeln bei Schlammpressen u. s. w. Gebrauch gemacht. *Kk.*

Vulkanglas, s. m. Hartglas (*verre trempé — toughened glass*), s. Glas IV pag. 40.

Vulkanisiren (*vulcaniser — vulkanizing*), s. Kautschuk IV pag. 701.

Vulkanit, s. m. Hartkautschuk, Ebonit, s. b. Kautschuk IV pag. 705.

Vulkanöl, Globeöl, s. m. Phönixöl, s. d. VI pag. 649.

Vulkanographie. Patentirtes Verfahren von M. und O. Traun in Harburg (D. R. Pat. Nr. 7565) zur Herstellung von farbigen Verzierungen, Broncirungen u. dgl. in Hartgummi durch Auftragen von dergleichen Verzlerungen auf präparirtem Kautschuk und nachträgliche Vulkanisirung. Vgl. Dingl. pol. Journ. 235 pag. 165. *Gtl.*

Vulpinit, Min. Eine graue, länglichkörnige Varietät des Anhydrits von Bergamo, s. I pag. 151.

Vulpinsäure, d. i. der Monomethylester der Pulvinsäure ($C_{18}H_{12}O_5$), also $C_{18}H_{11}O_5—CH_3$. Die Pulvinsäure, welche auch durch Kochen von Vulpinsäure mit Kalkmilch erhalten werden kann, bildet gelbe, bei 214—215° C. schmelzende prismatische Krystalle (aus Alkohol). Vgl. Spiegel (Ber. d. d. chem. Ges. 13 pag. 1631), über Vulpinsäure vgl. auch Flechtenfarbstoffe III pag. 585. *Gtl.*

W.

Wacholder *(genièvre — juniper)*, Krammtswacholder, Kaddigbeerenstrauch. Der gemeine Wacholder ist ein immergrüner, meist niedriger Strauch oder kleiner Baum, *Juniperus communis L.*, aus der Familie der Cupressineen, der in ganz Europa an trockenen und steinigen, meist gebirgigen Orten in Gebüschen und Wäldern verbreitet ist. Seine weit ausgebreiteten aufsteigenden Zweige tragen dreizeilig stehende, fast dreiseitige, pfriemförmige, oberseits flache Nadeln und achselständige kleine Blumen in Kätzchen. Die achselständigen, im zweiten Jahre reifenden Früchte sind Beeren, welche in einem weichen Fruchtfleische drei eiförmige, dreieckige harte Samen einschliessen.

Sie sind kuglig von der Grösse kleiner Erbsen, unreif grün, reif schwarzglänzend. Das Fruchtfleisch derselben schmeckt süss, balsamisch, nachher bitterlich und reizend aromatisch.

Die ganze Pflanze ist reich an ätherischem Oel, welches sowohl durch Destillation des Holzes u. z. namentlich des Wurzelholzes, als auch insbesondere aus den Beeren gewonnen wird. Ueberdies findet das Wurzelholz selbst, das weiss oder blass röthlich und von einer leicht ablösbaren, zerschlitzten, rothbraunen Rinde bedeckt ist und einen angenehmen aromatischen Geruch hat, als Räuchermittel, sowie zu manchen Drechslerarbeiten Verwendung.

Am häufigsten werden die Beeren verwendet. Diese auch unter dem Namen Kranewitbeeren, Krammts- oder Krammetsbeeren, Kaddigbeeren bekannten Früchte enthalten im reifen Zustande circa 33 Proc. Zucker, etwa 7 Proc. einer gummiartigen Substanz, 10 Proc. Harz, 4 Proc. Wachs und etwa 1 Proc. äther. Oel. Die unreifen Beeren sind reicher an ätherischem Oel und enthalten reichliche Mengen von Stärke, welche bei der Reife verschwindet. Das Harz enthält einen indifferenten gelben Körper, das Juniperin (s. d. IV pag. 555). Man verwendet sie als Speisegewürz, dann als Arzeneimittel zur Bereitung einer Latwerge *(Roob Juniperi)* oder eines Saftes (Wacholderbeersaft), sowie als Räuchermittel, dann zur Gewinnung des äther. Oeles und endlich zur Bereitung des namentlich in den Niederlanden beliebten Wacholderbranntweins *(eau-de-vie de genièvre — gin, schiedam, satin, slang)* oder Genevers, s. d. III pag. 738.

Das Wacholderbeeröl wird durch Destillation der reifen, wohl auch der unreifen, sich eben färbenden Beeren mit Wasser gewonnen und stellt frisch eine farblose oder blass gelbliche, im Alter dunkler gelbe bis braungelbe Flüssigkeit von stark aromatischem Geruche und gewürzhaftem Geschmacke dar, die neutral reagirt, sich mit Alkohol und Aether mischt und das spec. Gewicht = 0·86—0·88 zeigt. Es wirkt linkspolarisirend und destillirt zwischen 155—280° C. Es besteht aus zwei Camphenen und liefert mit Wasser ein krystallisirbares Hydrat, mit Salzsäure dagegen keine feste Verbindung. Bei Einwirkung von Luft nimmt es Sauerstoff auf und scheidet Kryställchen eines als Wachholdercampher bezeichneten Stearopteus ab, das sich leicht in Alkohol und Aether, schwer in Wasser löst. Es wird nicht selten mit Terpentinöl verfälscht. Findet vornehmlich Verwendung zur Bereitung von falschem Wacholderbranntwein (vgl. a. Unger, Pharm. Ztg. 31 pag. 179).

Verschieden von dem Beerenöl ist das Wacholderholzöl, das durch Destillation des Holzes und der Zweige, namentlich des Wurzelholzes gewonnen wird. Dieses *(oleum ligni juniperi)* ist dem Terpentinöl im Geruche sehr ähnlich, hat das spec. Gew. = 0·839—0·847 und siedet zwischen 155—163° C. Es wirkt schwach links drehend (vgl. Soubeiran, Capitaine, Ann. d. Chem. Pharm. 34 pag. 325). Es findet als Arzeneimittel Verwendung und ist wesentlich billiger als das Beerenöl.

Die Wacholderbeeren bilden getrocknet einen bedeutenden Handelsartikel. Man unterscheidet im Handel deutsche und italienische. Erstere kommen zumeist von der Rhön, dann vom Fichtelgebirge und vom Spessart, sowie aus anderen Waldgegenden, namentlich auch aus Ungarn zu Markte, sind meist geschrumpft, aber von feinem gewürzhaften Geruhe. Letztere sind grösser, fleischiger, weniger verschrumpft, jedoch meist etwas ärmer an äther. Oel.

An älteren Wacholderbäumchen findet sich in den Spalten des Stammes, sowie unter der Rinde ein gelbliches aromatisches Harz, welches in Körnern unter dem Namen Wacholderharz (deutscher Sandarak) hie und da zu Markte kommt und zu Räucherungen verwendet wird. *Gtl.*

Wacholderbeeren, s. b. Wacholder.

Wacholderbeeröl, s. b. Wacholder.

Wacholderbranntwein, s. Genever III pag. 738.

Wacholderharz, s. b. Wacholder.

Wachholderholz (*genévrier — juniper wood*), vom gemeinen Wachholder (*Juniperus communis*), ist von gelblich rother Farbe, nicht sehr hart aber dicht, fest und zäh; es hat einen angenehmen Geruch, ist dem Wurmfrasse nicht unterworfen und dient zu kleinen Drechslerwaaren. *E.*

Wacholderöl, s. m. Wacholderbeeröl u. Wacholderholzöl, s. b. Wacholder.

Wachs (*cire — wax*). Unter Wachs versteht man im ursprünglichsten und engsten Sinne des Wortes jene Absonderung, welche von den sog. „Arbeitern“ der verschiedenen Bienenarten erzeugt und als Baustoff bei der Herstellung der Bienenwaben verwendet wird. Genauer wird dieses Wachs als Bienenwachs bezeichnet. Im weiteren und übertragenen Sinne pflegt man ferner auch alle jene Körper, welche in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften eine grosse Aehnlichkeit mit dem Bienenwachse zeigen, ohne Rücksicht auf ihre Abstammung als Wachse oder Wachsarten zu bezeichnen. Im weitesten Wortsinne endlich nennt man Wachsarten jene Körper, welche dem Bienenwachse entweder blos in den physikalischen oder blos in den chemischen Eigenschaften ähnlich sind.

Je nachdem man somit beiderlei (die physikalischen und chemischen) oder blos einerlei Eigenschaften und in letzterem Falle, die einen oder die anderen bei der Aufstellung des Begriffes der Wachsarten in Betracht zieht, werden die zu denselben zu zählenden Körper sehr verschiedenartige sein.

Berücksichtigt man nur die chemische Aehnlichkeit mit dem Bienenwachse, so würden als Wachse solche Körper zu bezeichnen sein, welche aus einem oder mehreren Estern eines höheren Gliedes der Grenzalkohole $CnH_{2n}O$ mit einem höheren Gliede der Fettsäurereihe $CnH_{2n}O_2$ bestehen und ausserdem noch höhere Glieder der Fettsäurereihe im freien Zustande enthalten. Die in neuerer Zeit in dem Bienenwachse nachgewiesenen Säuren der Oelsäurereihe können nicht mit zur chemischen Kennzeichnung der Wachse beigezogen werden, da sonst kaum ein Naturerzeugniss auffindbar wäre, das dem Bienenwachse völlig ähnelte. Aus diesem selben Grunde pflegt man meist auch als wesentlich für die Wachsarten blos das Vorhandensein der oben bezeichneten Ester und, zur scharfen Unterscheidung von den Fetten, die Abwesenheit von Glycerinestern anzusehen. Als Uebergemengtheile können diese dann ausser den höheren Gliedern der Fettsäuren auch Oelsäuren, Oxysäuren der Reihe $CnH_{2n}O_3$, bez. deren Laktone, höhere Glieder der Grenzalkohole oder der Glykolreihe $CnH_{2n}(OH)_2$, Kohlenwasserstoffe, Farb- und Riechstoffe u. dgl. m. enthalten. Geht man dagegen bei der Kennzeichnung der Wachse nur von der Aehnlichkeit der physikalischen Eigenschaften mit jenen des Bienenwachses aus, so würden solche Körper als Wachsarten zu gelten haben, welche in der Wärme knetbar und bildsam sind, sich dabei klebrig aber nicht fettig anfühlen, bei niederer Temperatur dagegen hart und spröde, aber doch noch so weich sind, dass sie sich mit dem Fingernagel ritzen lassen und gleichzeitig so viel Zusammenhang besitzen, dass sie als schneid- oder spähnelbar bezeichnet werden können. Alle diese Eigenschaften pflegt man gewöhnlich in dem Ausdruck wachsartige Beschaffenheit (oder wachsartige Consistenz) zusammenzufassen. Diese physikalischen Eigenschaften besitzen nun gerade die meisten jener Körper, welche vom chemischen Standpunkte aus als Wachse bezeichnet werden müssen, nicht oder nicht völlig. Trotzdem werden dieselben jedoch ganz allgemein zu den Wachsarten gezählt. Andererseits findet sich eine wachsartige Beschaffenheit häufig bei härteren festen

Fetten oder bei Naturerzeugnissen, welche vom chemischen Standpunkte aus als Gemenge von Fetten und Wachsen bezeichnet werden müssen. Aus diesem Grunde erscheint es zweckmässig, die Gruppe der Wachsarten nur durch ihre chemischen Eigenschaften in der oben angegebenen Weise festzustellen.

Ihrem Vorkommen nach zerfallen die Wachsarten in thierische und pflanzliche. Das einzige mineralische Wachs, das sog. Erdwachs ist nach obiger Begriffsbestimmung kein echtes Wachs.

Bezüglich des Vorkommens von Wachsen im Thierreiche beschränken sich unsere Kenntnisse fast ausschliesslich auf die Insecten. So liefern die verschiedenen Bienen (*Apis*) das Bienenwachs, die ihnen nahe verwandten Arten der Gattung *Melipona* (Amerika und Sundainseln) erzeugen gleichfalls viel Wachs und auch die Hummeln bauen ihre Nester aus einer Art Wachs. Manche Blattläuse (*Aphis*) bedecken sich mit einem, aus feinen Wachsfäden bestehenden Flaum. Auch manche Schildläuse bilden solche Wachsüberzüge (z. B. *Dorthesia*), und die Cochenille des Feigenbaumes enthält bis zu 62 Proc. der Trockensubstanz Wachs (Wagners Jahresber. 1867 pag. 716). Ebenso besteht (nach Dujardin) der weisse Ueberzug der Flügel gewisser Zirpen (*Jassus*) und Wasserwanzen (*Notonecta*), der Ueberzug der Bauchoberfläche gewisser Raubwanzen, Libellen u. s. w. aus Wachs. Auch das chinesische Insectenwachs, das technische Verwendung findet, ist die Ausscheidung einer Schildlaus (*Coccus ceriferus*). Das Walrath bildet das einzige bis jetzt bekannte Beispiel vom Vorkommen eines Wachses bei Säugethieren und Wirbelthieren überhaupt. Es ist jedoch kaum zweifelhaft, dass bei näherer Nachforschung ein weit allgemeineres Vorkommen der Wachsarten im Thierreiche nachgewiesen werden wird. Weit umfangreicher sind unsere Kenntnisse über das Vorkommen der Wachse im Pflanzenreiche. Hier kommt das Wachs sehr allgemein und fast stets entweder in die äussere Wand der Oberhaut eingelagert oder aussen auf dieselbe aufgelagert vor. In letzterem Falle bildet es feine Körnchen oder Stäbchen oder zusammenhängende, mehr oder weniger dicke Schichten. Es bildet so den weisslichen Anflug (den sog. Duft oder Reif) der Pflaumen, Weinbeeren, Kohlblätter, Ricinusblätter, der Blätter vieler Nadelbäume, Gräser u. s. w. Bei vielen Pflanzen wird dieser Anflug zu einer zusammenhängenden, mehrere Tausentel, ja selbst Hundertel Millimeter dicken Schicht, z. B. an unserer Hauswurz, an manchen Cactusarten, an tropischen, cactusartigen Wolfsmilcharten u. a. Sehr dick endlich wird dieser Ueberzug an den in den Anden vorkommenden Palmen aus den Gattungen Copernicia, Ceroxylon und Klopstockia, an deren Stamm er bis zu 5^{mm} Dicke erreicht. Da, wo das Wachs zusammenhängende Ueberzüge bildet, stellt es einen genauen Abdruck der Oberhaut dar, an welchem manchmal auch die Spaltöffnungen und sonstige Structurverhältnisse erkennbar sind. Dickere Schichten zeigen überdies Schichtungen und Streifungen, sowie einen Aufbau aus senkrecht zur Oberfläche stehenden Stäbchen, welche sich im Polarisationsmikroskop als doppeltbrechend erweisen (De Bary, Ueber die Wachsüberzüge der Epidermis Bot. Ztg. 1871 pag. 129, ferner Wiesner, ebendaselbst 1871 pag. 769 und 1876 pag. 225). In vielen Fällen mögen diese Wachse jedoch auch mit Fetten gemengt sein. Ziemlich selten tritt das Wachs im Innern der Zellen in Gestalt von Tröpfchen auf, so z. B. im Milchsafte von *Ficus ceriflua*, welcher das sog. Feigenwachs liefert. Obwohl somit die Wachsarten im Pflanzenreich weit verbreitet sind, so gibt es doch nur wenige Pflanzen, welche dasselbe in so grossen Massen liefern, dass es technisch verwendet werden kann. Dahin gehören hauptsächlich die 3 oben genannten Palmen, welche das Carnauba- und das Palmwachs liefern und die ebenfalls bereits genannte Feigenart (*Ficus ceriflua*), welche das javanische Pflanzen- oder Feigenwachs liefert. Ausserdem führen auch gewisse Pflanzenfette, ihrer physikalischen Eigenschaften halber, den Namen Wachs, so namentlich das japanische Wachs und das Myrica- oder Myrthenwachs. Uebrigens werden mitunter Pflanzenfette auch ohne die geringste Berechtigung als Wachse bezeichnet, so z. B. ein butterartiges Bassiafett, welches seit etwa 1882 unter dem Namen vegetabilisches Wachs nach Europa kommt. (Max Buchner, Chem. Centralblatt 1884 pag. 257.)

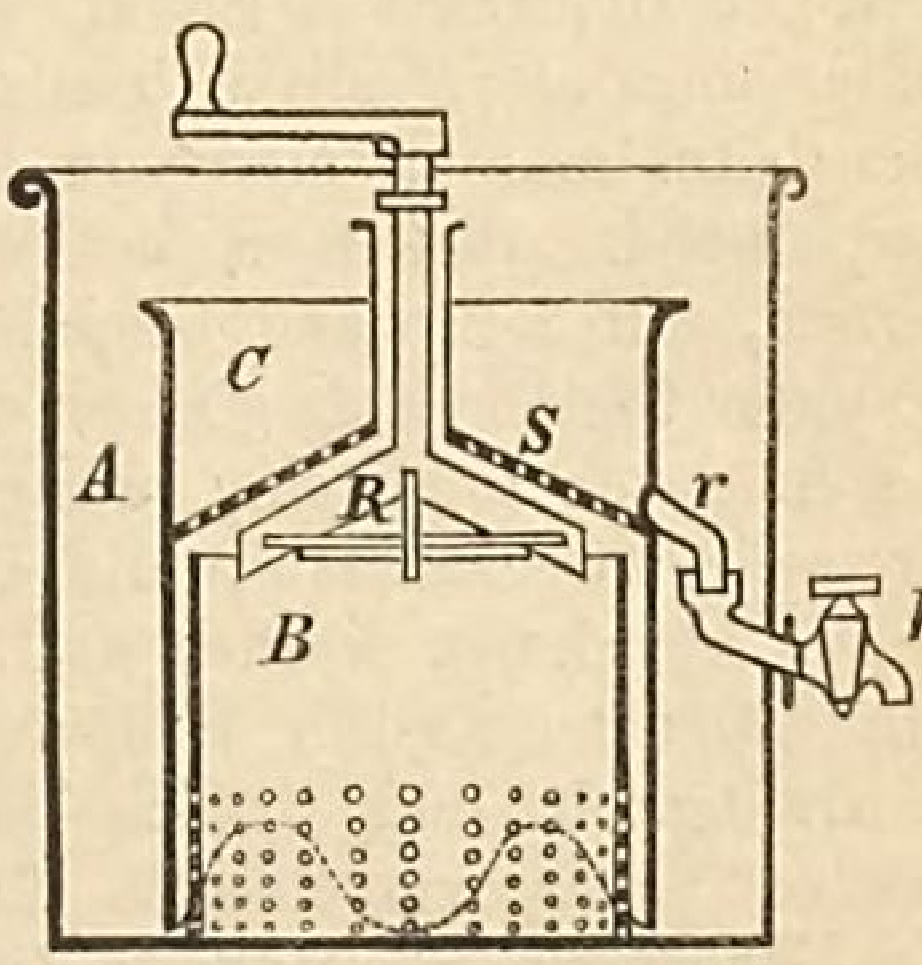
Ueber die Entstehung des Wachses sind unsere Kenntnisse ziemlich mangelhaft. Bei den Insecten wird das Wachs von Hautdrüsen abgeschieden, welche aus einzelnen oder ganzen Gruppen von Zellen bestehen, von welchen jede einzelne durch ein feines Chitinröhrchen nach aussen mündet. Das sog. Wachsorgan der Bienen besteht aus einer ausserordentlich grossen Zahl solcher cylindrischer Drüsenzellen, deren Ausführungsgänge auf vieleckigen Feldern der dünnen, durchscheinenden Vorderplatten der Bauchschienen münden. Diese Stellen, welche somit von unzähligen feinen Oeffnungen durchbohrt sind, bilden das sog. Wachshäutchen (Claus, Marburger Sitzungsberichte Nr. 8). Aehnliche Wachsorgane besitzen auch andere Hautflügler, z. B. die Hummeln. Für die Bienen ist unzweifelhaft nachgewiesen, dass das Material zur Wachserzeugung der Honig bildet. (W. Schneider, Liebig's Annal. Bd. 162 pag. 235.) Ueber die Entstehung des pflanzlichen Wachses ist nur bekannt, dass es sich vor seiner Abscheidung an der Aussenseite der Oberhaut, in der äusseren Wand dieser als solches vorfindet, ohne jedoch vorher im Inhalte der zugehörigen Zellen nachgewiesen werden zu können.

A. Thierische Wachsarten.

1. Bienenwachs. (*cire d'abeilles* — *beeswax*). Wird von den Arbeitern mehrerer Apis-Arten erzeugt. In Europa und einem grossen Theil von Asien

und Afrika ist heimisch *A. mellifica* (gemeine oder Honigbiene), in Südeuropa *A. ligustica* (italienische B.), in Sicilien, Aegypten und Westasien *A. fasciata* (ägyptische B.), in Südamerika und Westindien *A. pallida*, auf Madagaskar, Mauritius und Bourbon *A. unicolor*, auf Timor *A. Peroni*. Bezüglich der Entstehung siehe oben. Das ausgeschiedene Wachs wird mit den Beinen abgekratzt, zum Munde geführt, hier zerkaut und zum Baue der Waben verwendet, deren Gestalt wohl allgemein bekannt ist. In den Zellen der Waben wird Honig und Blüthenstaub (Bienenbrot) aufgespeichert und ausserdem enthalten ältere Zellen stets Ueberbleibsel der Madenhäute und Gespinnste. Zur Wachsgewinnung dienen nur die leeren und die Honigwaben. Zur Trennung des Honigs vom Wachse lässt man diesen nach Oeffnung der Zellen entweder freiwillig ausfliessen oder benützt dazu, namentlich neuerer Zeit, Schleudermaschinen, in denen die Waben in Rahmen eingesetzt und der Honig ausgeschleudert wird. Die Waben werden dann mit etwas Wasser nachgespült, eingeschmolzen und in Kuchenform gegossen. Dieses Rohwachs enthält neben zahlreichen Pollenkörnern (Blüthenstaub) und Madenhäuten auch noch viele andere mechanische Verunreinigungen. Zur Entfernung dieser fremden mechanischen Beimengungen wird das Rohwachs mit Wasser gekocht und die geschmolzene Masse mit diesem innig durchgemengt, um die wasserlöslichen Theile (Honig) möglichst zu entfernen. Bei nachheriger Ruhe senken sich die meisten Verunreinigungen im Wasser zu Boden, während ein kleinerer Theil sich auf der Unterseite der Wachsschichte absetzt, von wo er nach dem Erkalten abgekratzt wird. Das Abgekratzte wird mit anderem Rohwachs wieder geläutert. Zweckmässig ist es, diese Reinigung zweimal durchzuführen. W. Schüller in Köln hat sich eine Vorrichtung zum Reinigen von Wachs patentiren lassen, welche in nebenstehender Fig. 5205 dargestellt ist. (D. R. P. Kl. 45 Nr. 33777 vom 19. Mai 1885, Dingl. pol. Journ. 259 pag. 506.) *A* ist ein Kessel aus Weissblech, in welchem der Kessel *B*, welcher in seinem unteren Theile siebartig durchlocht ist, festgelöthet ist. Der Cylinder *C* ist dagegen leicht herausnehmbar. Er hat bei *S* ein kegelförmiges Sieb, bei *R* eine Rührvorrichtung mit Kurbelbewegung, bei *r* ein Abflussrohr und ist an seinem unteren Ende geschweift. Das Abflussrohr *r* passt in ein, mit dem Hahne *h* versehenes Abflussrohr des Kessels *A*. Bei der Benützung wird *B*, nach Abheben von *C*, mit Rohwachs gefüllt, dann *C* so aufgesetzt, dass das Rohr *r* und das Hahnrohr in Verbindung sind und dann in *A* so viel Wasser gegossen, dass es etwa 2^{cm} über dem höchsten Punkte des Siebes *S* steht. Dann wird das Wasser zum Sieden erhitzt. Die Sieblöcher in *B* haben den Zweck, einen Siedeverzug zu verhindern, durch welchen das Wachs herausgeschleudert werden würde. Das schmelzende Wachs drängt sich durch das Sieb *S* und wird so von mechanischen Verunreinigungen befreit. Das Sieb ist entweder von Kupferdraht oder es ist ein durchlochtes Weissblech. In letzterem Falle ist die rauhe Seite nach oben gewendet. Das Rührwerk *R* wird von Zeit zu Zeit in Bewegung gebracht, um die Trennung des Wachses von den Madenhäuten zu erleichtern und das Sieb von denselben frei zu halten. Nach etwa 20 Minuten ist die Reinigung vollzogen. Man öffnet den Hahn *h* und sammelt das mit Wasser gemengt ausfliessende Wachs in einem Gefäss, in welchem es nochmals umgeschmolzen und so vom Wasser und durch Abschaben der untersten Schichte auch von den letzten Schmutztheilchen befreit wird.

Fig. 5205.



Das so erhaltene Wachs ist das gelbe Wachs des Handels (*Cera flava s. citrina, cire jaune — jellow wax*). Dasselbe kommt meist in Kuchenform in den Handel. Die Farbe des Wachses hängt von der Nahrung, dem Alter und

der Art der Bienen ab. Wachs von jungen Bienen ist viel heller als von älteren. Es führt den Namen Jungfernwachs. Wachs unserer Breiten ist lichtgelb bis dunkelröthlichgelb. Tropische Sorten sind meist dunkler, oft roth bis braun oder selbst schwach grünlich. Frisches Wachs riecht nach Honig, bekommt jedoch später seinen besonderen Wachsgeruch. Bei niederer Temperatur ist es spröde, brüchig, im Bruche körnig. Bei Handwärme erweicht es, wird knetbar, schwach klebrig, aber nicht fettig. Es schmilzt bei 61—64° zu einer klaren, ölartigen, braunen Flüssigkeit und hat ein spec. Gew. von 0·960—0·964. Uebrigens ist der Schmelzpunkt sowohl wie das spec. Gew. von der Sorte abhängig. So fand z. B. Labler das spec. Gew. des ägyptischen Wachses zu 0·955 (Chem. Centrlbl. 1884 pag. 497 und Rundschau, Bd. 10 pag. 289). Als besondere Sorten des gelben Wachses wären noch zu nennen das Windwachs und das Pechwachs. Ersteren Namen führt das aus ungefüllten Waben gewonnene Wachs. Letzteres stammt von Bienen, die in der Nähe von Nadelholzwaldungen leben, und enthält harzige Bestandtheile, welche ihm einen eigenthümlichen Geruch, grössere Klebrigkeit und schwierige Bleichbarkeit verleihen. Das gelbe Wachs enthält fast immer Pollenkörner, welche unter dem Mikroscope darin leicht nachgewiesen werden können. Die gelbe Farbe ist für die meisten Verwendungen des Wachses störend da sie einerseits die Wachswaaren unansehnlich macht, andererseits Kerzen aus gelbem Wachse mit russender Flamme brennen. Das Wachs wird daher gebleicht.

Das Bleichen des Wachses kann nicht mit Vortheil durch künstliche Mittel bewirkt werden, da diese das Wachs wesentlich verändern, oder ihre Anwendung zu kostspielig ist. Es wird daher wohl allgemein mit Hilfe des Sonnenlichtes bei Gegenwart von Wasser, also offenbar durch dabei entstehendes Wasserstoffsuperoxyd gebleicht. Um dabei dem Wachse die nöthige Oberfläche zu geben, verwandelt man es durch Schneiden mit einem Schnitzmesser in Späne oder durch Giessen in Bänder. Letzteres geschieht in der Art, dass man das flüssige Wachs in einen viereckigen Blechkasten giesst, welcher an einer Seite unten mehrere enge, neben einander liegende Schlitze besitzt. Die aus diesen Schlitzen ausfliessenden Wachsbänder leitet man in eine von einem Arbeiter gedrehte, halb in Wasser laufende Walze, welche dieselben ins Wasser führt, wo sie erstarren. Sie werden auf hölzernen, mit Leinwand bespannten Rahmen in dünner Schicht auf einem Bleichplane unter täglichem Begiessen dem Sonnenlichte ausgesetzt. Die äusseren Schichten sind sehr rasch gebleicht, während die inneren weit länger widerstehen. Es ist daher sehr zweckmässig, die Bänder öfter umzugiessen, wodurch die Bleichzeit erheblich abgekürzt werden soll. (Noch zweckmässiger dürfte es wohl sein, das Wachs zwischen nassen Walzen sehr dünn zu walzen.) Je nach der Temperatur, nach Häufigkeit und Stärke des Sonnenscheines dauert diese sogen. „Naturbleiche" sehr verschieden lang, mindestens jedoch 3 bis 4 Wochen. Nach Schmidt kann man durch Zusatz von Terpentinöl zum Wachse die Bleichzeit auf 6—8 Tage herabdrücken (Wagners Jahrber. 1866 pag. 663). Es dürfen jedoch nicht weniger als 20—25 Proc. Terpentinöl verwendet werden. Man erhitzt bis zum beginnenden Verdampfen des Oeles, doch nicht zu stark, da sonst die Masse braun und stinkend wird. Nach jedesmaligem Umschmelzen muss das Wachs durch ein Tuch filtrirt werden, um eine feinpulverige schwarze Substanz, welche sich in demselben ausscheidet, zu entfernen. Das Schmelzen muss in einem glasirten, irdenen oder einem Glas- oder Porzellangefäss vorgenommen werden. Nach Vollendung des Bleichens ist der Geruch des Terpentinöls völlig verschwunden. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass bei diesem Verfahren das Wachs verunreinigt wird durch Harz, das durch Oxydation des Terpentinöls entsteht. Zur künstlichen Bleiche des Wachses sind zwar viele Vorschläge gemacht worden, welche jedoch wohl alle unbrauchbar sein dürften. Chlor erzeugt Substitutionsproducte, welche hart und krümmlig sind und beim Brennen Salzsäure, entwickeln. Salpetersäure, welche in Form von Salpeter und Schwefelsäure vorgeschlagen wurde, erzeugt Nitroproducte, welche ein unruhiges Brennen verursachen. Ein von A. Smith angegebenes Verfahren (engl. Patent vom

13. Juni 1859, Dingl. polyt. Journ. 157 pag. 156), welches auf der Anwendung von Kaliumchromat und Schwefelsäure beruht, ist so umständlich und kostspielig, dass es wohl nirgends Anwendung finden dürfte. Nur durch Thierkohle lässt sich Wachs ohne wesentliche Aenderung seiner Eigenschaften bleichen.

Das gebleichte oder weisse Wachs (*Cera alba, cire blanche — white wax*), welches gewöhnlich in dünnen kreisrunden oder viereckigen Tafeln in den Handel kommt, unterscheidet sich nicht nur in der Farbe, sondern auch in mehreren anderen Eigenschaften vom gelben Wachs. Es ist schwach gelblich oder rein weiss, durchscheinend, fast völlig geruchlos, etwas fester, spröder, schwerer und von höherem Schmelzpunkte als gelbes Wachs und am Bruche nicht körnig, sondern fast glatt. Bei längerem Aufbewahren wird es meist gelblich. Sein spec. Gew. beträgt 0·965—0·973; sein Schmelzpunkt 63—70° C.

Das Bienenwachs ist unlöslich in Wasser, löslich in Chloroform, Benzol, Benzin, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl und vielen anderen ätherischen Oelen und in fetten Oelen. Aether löst in der Kälte schlecht, in der Wärme völlig. Kalter Alkohol löst fast nichts aus dem Wachse auf. Siedender Alkohol dagegen zerlegt es in einen leicht löslichen und einen sehr schwer löslichen Antheil. Der erstere enthält die freien Säuren, der letztere die Ester- und Kohlenwasserstoffe. Die Trennung ist jedoch keine scharfe. Die alkoholische Lösung röthet Lakmuspapier nur schwach, entfärbt jedoch mit Alkali versetztes Phenolphtaleïn sofort. Viele Wachsarten röthen feuchtes Lakmuspapier, was von gesäuertem Honig herrühren dürfte (Hübl). Kohlensaures Natron oder verdünnte Alkalien greifen Wachs nicht an. Alkoholische Kalilauge verseift es. Als unverseifbar, d. h. in Wasser und wässriger Lauge unlöslich, bleiben dabei etwa 53—54 Proc. zurück, die hauptsächlich aus dem sog. Myricylalkohol bestehen (siehe später). Bei der trockenen Destillation des Wachses geht zuerst essigsäurehaltiges Wasser über, dann folgt eine nach dem Erkalten weisse, butterartige Masse, die sog. Wachsbutter, und schliesslich geht in zunehmenderMenge ein Oel über, welches unter dem Namen Wachsöl (*oleum cerae*) bekannt ist und früher als Arzneimittel gebräuchlich war. Acroleïn und Brenzölsäure bilden sich bei der trockenen Destillation reinen Wachses nicht. Die Wachsbutter bildet nach dem Erkalten eine weisse, butterartige Masse, welche aus Palmitinsäure und Melen ($C_{30}H_{60}$) besteht. Das Wachsöl ist dünnflüssig, gelblich, von starkem, nicht unangenehmem Geruch, in absolutem Alkohol unter Abscheidung fester Fette leicht löslich.

Die chemische Zusammensetzung des (gelben) Bienenwachses ist neueren Untersuchungen zu Folge weit verwickelter, als man lange Zeit geglaubt hat. Die ältesten Untersucher wie John, Buchholz und Brandes, Boudet und Boissenot, Ettling u. a. nannten den in Alkohol löslichen Theil Cerin, den darin unlöslichen Myricin. Gerhardt hielt später ersteren für den einfachen, letzteren für den polymeren Aldehyd der Stearinsäure. Erst Brodie (Liebigs Annal. Bd. 67 pag. 180, Bd. 71 pag. 144) erkannte, dass das Cerin der Hauptmasse nach aus einer Säure besteht, welche er Cerotinsäure nannte und der er die Formel $C_{27}H_{54}O_2$ gab, und das Myricin hauptsächlich aus Palmitinsäure-Myricylester von der Formel $C_{30}H_{61} . C_{16}H_{31}O_2$. Doch gibt schon Brodie an, dass neben diesen Körpern noch andere vorkommen dürften und Hübl vermuthete schon das Vorkommen von indifferenten Körpern im Wachse. (Dingl. pol. Journ. 249 pag. 338.) Später fand Schalfejef neben der Cerotinsäure noch eine freie Säure vom Schmelzpunkt 91°, welcher er die Formel $C_{34}H_{68}O_2$ gab. Durch die Untersuchungen von Nafzger (Lieb. Ann. 1884 Bd. 224) und Schwalbe (Inaugural-Dissert. Tübingen 1884. Chem. Centralbl. 1885 pag. 354) wurde dann Folgendes festgestellt: Das Bienenwachs besteht aus einem Gemenge mehrerer Fett- und Oelsäuren im freien Zustande, Estern dieser mit höheren Grenzalkoholen und einem Gemenge mehrerer Paraffine. Die freien Säuren bestehen der Hauptmasse nach aus Cerotinsäure vom Schmelzpunkt 78°. Dieselbe hat wahrscheinlich nicht die oben angegebene, sondern die Formel $C_{26}H_{52}O_2$. In geringer Menge ist ferner Melissinsäure $C_{30}H_{60}O_2$ vom Schmelzpunkte 89—90° vor-

handen, wogegen die Säure von Schalfejef fehlt. Weiters wurde dann noch eine dritte Fettsäure vom Schmelzpunkt 75—76^0 in sehr geringer Menge und eine Oelsäure aufgefunden. Letztere ist dunkelgelb, syrupdick, hat wachsartigen Geruch und wird von Nafzger als der Träger der dem Wachse eigenthümlichen physikalischen Eigenschaften angesehen. Sie ist wahrscheinlich noch ein Gemenge. Die Ester bestehen der Hauptmasse nach aus dem Palmitinsäureester eines Alkohols $C_{31}H_{64}O$ vom Schmelzpunkte 85—85·5, welcher somit nicht Myricylalkohol ist (wenn man diesen Namen für den Alkohol des Carnaubawachses beibehält). In geringerer Menge finden sich in den Estern die oben angeführte Oelsäure, ferner Cerylalkohol $C_{27}H_{56}O$ (oder $C_{26}H_{54}O$) und ein Alkohol $C_{25}H_{52}O$ (oder $C_{24}H_{50}O$). Die Paraffine endlich gehören der Reihe $CnH2n+2$ an. Zwei derselben, welche zusammen in einer Menge von 5—6 Proc. vorhanden sind, wurden rein dargestellt und haben den Schmelzpunkt 67^0 und 65·5^0. Ausserdem sind noch niedriger schmelzende vorhanden. Uebrigens sind jedenfalls die von verschiedenen Gegenden und Bienenarten abstammenden Wachse nicht gleich zusammengesetzt. So gibt schon Brodie (a. a. O. pag. 198) an, dass er Wachs von Ceylon ganz frei von freier Säure fand. Meist scheinen die Unterschiede jedoch nur die Mengenverhältnisse zu betreffen. Rechnet man die durch Titration gefundenen Säuren als Cerotinsäure, die durch Verseifung gefundenen Ester als Myricin, so ist nach Hehner (Analyst 1883 pag. 16; Dingl. pol. Journ. 251 pag. 168) in englischen Wachssorten die Menge der Säure 13·22—15·71 Proc., die Menge des Myricins 85·95—92·08 Proc. In Sorten aus Amerika, Jamaika, Madagaskar, Mauritius, Mogador, Melbourne und Sydney fand derselbe Verfasser einen Cerotinsäuregehalt von 12·17—15·16 Proc. und einen Myricingehalt von 85·12 bis 96·02 Proc. Von egyptischem Wachs gibt Labler (Chem. Centrbl. 1884 pag. 497) an, dass es sich vom böhmischen dadurch unterscheidet, dass es sich leichter bleichen lässt, mit verdünntem Weingeist gekocht ein sich trübendes Filtrat liefert und dass sich seine Chloroformlösung nach etwa einstündigem Stehen trübt. Oesterreichische Wachse hat Hübl untersucht (Dingl. pol. Journ. 249 pag. 338).

Das Wachs wird sehr häufig verfälscht und zwar mit pulverigen organischen oder unorganischen Körpern, wie Stärke, Thon, Gyps, ferner mit Wasser, Stearinsäure, Harz, Talg, Paraffin und Ceresin und mit pflanzlichen Wachsen oder Fetten, insbesondere Carnaubawachs und Japanwachs. Dieterich fand am häufigsten Ceresin, Colophonium und Japanwachs als Verfälschung vor (Chem. Centralbl. 1884 pag. 524).

Zur Nachweisung und Bestimmung dieser Verfälschungen gibt es eine grosse Anzahl von Verfahrungsarten. Pulverige Beimengungen lassen sich durch Lösungsmittel, durch Schmelzen, und wenn sie anorganisch sind, meist auch durch Veraschen auffinden und bestimmen. Ebenso kann Wasser durch Umschmelzen aufgefunden und bestimmt werden. Durch die Löslichkeit in kaltem Alkohol kann man Stearinsäure und Harz entdecken, indem man mit Alkohol kocht, die erkaltete Lösung filtrirt und mit Wasser verdünnt. Vermuthet man die Anwesenheit eines festen Fettes, so verseift man vorher und zersetzt die Seife mit Säure. Gottlieb benützt die Löslichkeit des ölsauren Bleioxydes in Aether zur Nachweisung von Fetten im Wachs, was aber nach der oben angegebenen Zusammensetzung desselben unstatthaft ist. R. Benedikt und R. Szigmondy bestimmen den Fettgehalt im Wachs durch Ueberführung des Glycerins mit Kaliumpermanganat in Oxalsäure und Titrirung dieser. Da die meisten Fette etwa 10 Proc. Glycerin enthalten, so lässt sich hiernach der Fettgehalt leicht berechnen (Chemiker-Ztg. 1885 pag. 976).

Anhaltspunkte und Fingerzeige über Verfälschungen kann man auch durch mikroskopische Prüfung, durch Bestimmung des Schmelzpunktes und des specifischen Gewichtes und durch Prüfung des Verhaltens gegen Chloroform und Aether erhalten. Nach Long (Chemiker-Ztg. Bd. 9 pag. 1504) zeigt ein aus Chloroform krystallisirendes reines Wachs unter dem Mikroskope Krystallaggregate, die das Aussehen einer Turnhantel haben, deren Kugeln aus gekrümmten Nadeln bestehen. Anwesenheit von 20 Proc. Paraffin verhindert diese Krystallbildung, ebensoviel Talg oder Stearinsäure verrathen sich durch die ihnen eigenthümlichen Krystallformen. Die Bestimmung des Schmelzpunktes gibt nur bei groben Verfälschungen Anhaltspunkte, da geringe Beimengungen denselben zu wenig beeinflussen und er obendrein bei verschiedenen Sorten ungleich ist. Auch die Bestimmung des spec. Gewichtes dürfte nicht sehr verlässlich sein, da auch dieses je nach der Wachssorte schwankt. Meist wird die Bestimmung durch die Schwimmprobe in ver-

dünntem Alkohol ausgeführt. Tabellen über das spec. Gewicht von Mischungen von Wachs mit Paraffin und Ceresin hat Wagner (Zeitschr. f. anal. Chemie 5. Bd., pag. 280) und Dieterich (Wagners Jahresber. 1882 pag. 1028) angegeben. Buchner (Dingl. pol. Journ. 231 pag. 272) gibt die spec. Gewichte auffallend niedrig an. Jedenfalls wird aber sowohl durch Talg, wie durch Paraffin und Ceresin das spec. Gewicht des Wachses erniedrigt. Nach Robineaud gibt das Verhalten gegen kalten Aether über Verfälschungen mit Fett, Stearinsäure, Harz, Ceresin und Paraffin Aufschluss, indem man auf Anwesenheit dieser schliessen kann, wenn beim Ausziehen mit Aether mehr als das halbe Gewicht des Wachses aufgelöst wird. Ebenso soll man nach Vogel den Umstand, dass die 6—8fache Menge Chloroform von reinem Wachse 75 Proc. ungelöst lässt, zur Prüfung auf Verunreinigungen benützen können. Zur Nachweisung von Paraffin und Ceresin ist von verschiedenen Seiten (Dullo, Liès-Bodart, Hager) das Verhalten gegen conc. Schwefelsäure empfohlen worden, jedoch zu diesem Zwecke unbrauchbar. Weit besser ist das Verfahren von M. Buchner (Dingl. pol. Journ. 231 pag. 272). Nach demselben kocht man das Wachs mit alkoholischer Kalilauge (1 Thl. Kalihydrat mit 2·5—3 Thl. 90proc. Alkohol), giesst in ein enges Proberohr und lässt längere Zeit im Wasserbade stehen. Reines Wachs gibt hiebei eine klare Lösung, ceresinhaltiges scheidet oben eine ölige Ceresinschichte ab. Nach Hager (Zeitschr. f. anal. Chemie Bd. 19 pag. 241) erhitzt man 2g Wachs mit 5cc einer Lösung von Natriumcarbonat bis zum Schmelzen des ersteren, schüttelt durch, mischt allmälig 6cc Benzol hinzu und lässt die entstandene Emulsion eine Stunde lang im Wasserbade bei etwa 50° C. und dann bei gewöhnlicher Temperatur stehen. Die obere Schichte ist bei reinem Wachs flüssig, kaum trüb, bei paraffin- oder ceresinhaltigem nicht flüssig, trübe und weiss. Auf der Beobachtung, dass Fichtenharz, Talg, Stearinsäure und japanisches Wachs beim Kochen mit einer concentrirten Lösung von Natriumcarbonat entweder theilweise verseift werden oder wenigstens eine Emulsion bilden, während Bienenwachs völlig unverändert bleibt, wurde von Donath eine Prüfung des Wachses auf diese Körper gegründet (Dingl. pol. Journ. 205 pag. 131). In ähnlicher Weise erkennt Dullo (Zeitschr. f. anal. Chemie, Bd. 3 pag. 511) die Anwesenheit des japanischen Wachses an seiner leichten Verseifbarkeit, indem er 10g der Probe mit 120g Wasser und 1g Aetznatron eine Minute lang kocht, wobei Bienenwachs nicht verseift wird, während Japanwachs eine allmälig dick werdende Seife bildet. Zur qualitativen Nachweisung von Harz hat E. Schmidt (Berichte d. deutsch. chem. Ges. 1877 pag. 837) die Donath'sche Reaction (welche für quantitative Bestimmungen unbrauchbar ist) empfohlen. Hiernach werden 5g Wachs mit der 4—5fachen Menge von roher Salpetersäure (von 1·32—1·33 spec. Gew.) im Kolben eine Minute lang gekocht, mit der gleichen Menge kalten Wassers versetzt, mit Ammoniak übersättigt und die Flüssigkeit vom ausgeschiedenen Wachs in ein cylindrisches Gefäss abgegossen. Bei reinem Wachs ist diese Flüssigkeit gelb, bei mit Harz verfälschtem mehr oder weniger rothbraun (von den gebildeten Nitrokörpern) gefärbt. Noch 1 Proc. Harz ist so erkennbar. Harz lässt sich auch derart nachweisen, dass man das verfälschte Wachs im geschmolzenen Zustande mit 3—4 Tropfen Schwefelsäure versetzt, wodurch es drachenblutroth, nach dem Erstarren violett, bei sehr kleinem Harzgehalt grünlich gefärbt wird (Benedikt, Analyse der Fette und Wachsarten, pag. 291). Zur quantitativen Bestimmung des Harzgehaltes kann das Verfahren von Gladding oder dessen Abänderung von Hübl und Stadler dienen. Beide beruhen darauf, dass die Silbersalze der Fettsäuren in Aether löslich, jene der Harzsäuren darin unlöslich sind. Die nicht saueren Bestandtheile des Wachses müssen vor Anwendung dieses Verfahrens entfernt werden. Die Ausführung desselben siehe bei Benedikt (a. a. O. pag. 124 und 125).

Weit vollkommener und umfassender als die meisten der bisher genannten Verfahrungsarten sind jene, welche auf der Bestimmung der Menge der freien Säuren und der Ester beruhen, da durch jede Verunreinigung sowohl die absolute Menge als auch das gegenseitige Verhältniss beider wesentlich verändert wird. F. Becker hat zuerst das hierher gehörige Verfahren von Köttstorffer zur Wachsprüfung verwendet (Ztschr. f. anal. Chem. Bd. 19, pag. 241 und Corresp. Bl. d. V. anal. Chem. 1879 pag. 57). Nach diesem Verfahren ermittelt man die Anzahl Milligramme Kaliumhydroxyd, welche zur völligen Verseifung von 1g Wachs erforderlich sind (Köttstorffer'sche Zahl oder Verseifungszahl). 2g Wachs werden mit 25cc normaler oder $^1/_2$ normaler Kalilauge unter etwa 5cm Quecksilberdruck $^1/_2$ Stunde auf dem Wasserbade verseift, mit 50cc Alkohol versetzt und mit Salzsäure und Phenolphtaleïn zurücktitrirt. Als Verseifungszahlen gibt Becker an: Bienenwachs 97—107, Carnaubawachs 93·1, Walrath 108·1, Japanwachs 224·4, Talg 196·5, Harz 194·3. Dieses Verfahren ist jedoch für sich allein ungenügend, weshalb v. Hübl vor der Ermittlung der Verseifungszahl noch die Säurezahl ermittelt, d. h. die Anzahl Milligramme Kaliumhydroxyd, welche zur Sättigung der in 1g Wachs vorhandenen freien Säuren erforderlich ist. Der Unterschied zwischen Säure- und Verseifungszahl gibt dann die Esterzahl (oder Aetherzahl), d. h. die in Milligrammen ausgedrückte Menge Kaliumhydroxyd, welche zur Verseifung der in 1g Wachs vorhandenen Ester erforderlich ist. Das Verhältnis endlich zwischen Säure- und Esterzahl gibt die Verhältniszahl (Dingl. pol. Journ. 249 pag. 338). Zur Ausführung dieses Verfahrens werden 3—4g Substanz mit etwa 20cc Alkohol zum Schmelzen erwärmt und mit alkoholischer, $^1/_2$ normaler Kalilauge und Phenolphtalëin titrirt, dann übersättigt man mit etwa 20cc der titrirten Kalilauge, verseift auf dem Wasserbade (ohne Druck) durch etwa 45 Minuten und titrirt mit Salzsäure zurück. Im Mittel fand Hübl für Wachs und seine gebräuchlichsten Verfälschungsmittel folgende Zahlen:

	Säurezahl	Esterzahl	Verseifungszahl	Verhältniszahl
Bienenwachs (gelbes)	20	75	95	3·75
Carnaubawachs	4	75	79	19·0
Japanwachs	20	200	220	10·0
Talg	4	176	180	44·0
Fichtenharz	110	1·6	112	0·015
Stearinsäure (des Handels)	195	0	195	0

Für Paraffin und Ceresin sind selbstverständlich die entsprechenden Zahlen gleich 0. Beim Bienenwachs schwankt die Säurezahl zwischen 19 und 21, die Esterzahl zwischen 73 und 76 und die Verhältniszahl zwischen 3·6 und 3·8. Die Verseifungszahl schwankt zwischen 93 und 96. Die niedrigste zeigt Wachs aus alten, dunkelgelben Waben, die höchste solches aus weissen Waben. Findet man die Verhältniszahl wie bei reinem Wachs, aber die Verseifungszahl unter 92, so ist Paraffin oder Ceresin beigemengt. Ist die Verhältniszahl grösser als 3·8, so ist wahrscheinlich Japanwachs, Carnaubawachs oder Talg beigemengt. Ist dabei die Säurezahl gedrückt, so ist Japanwachs wahrscheinlich ausgeschlossen. Ist endlich die Verhältniszahl kleiner als 3·6, so ist Stearinsäure oder Harz beigemengt. Dass man aus den beim Hübl'schen Verfahren gewonnenen Zahlen auch annähernd den Paraffin- oder Ceresingehalt, sowie jenen an Stearinsäure berechnen kann, ist leicht ersichtlich. Die sehr unwesentliche Abänderung des Hübl'schen Verfahrens durch O. Hehner (Analyst 1883, pag. 16 und Dingl. pol. Journ. 251 pag. 168) besteht hauptsächlich darin, dass die Ergebnisse auf Procente Cerotinsäure und Myricin umgerechnet werden, wobei Hehner noch die alten Analysen von Brodie zu Grunde legt.

Viele Verfälschungen des Wachses verrathen sich übrigens schon durch die veränderten physikalischen Eigenschaften. So macht Harz das Wachs klebrig, verändert Farbe und Geruch desselben, ertheilt ihm einen harzigen Geschmack und die Eigenschaft, sich beim Kauen an die Zähne zu hängen. Stearinsäure und Carnaubawachs machen das Wachs brüchig und spröde. Durch erstere wird es matt und trübe, am Bruche gross krystallinisch. Talg ertheilt dem Wachse einen unangenehmen Geruch und Geschmack, macht es trübe, schmierig und weich, verleiht ihm ein fettiges Anfühlen und benimmt ihm den körnigen oder ebenen Bruch, sowie die Eigenschaft, durch Reiben glänzend zu werden. Aehnlich wirkt Japantalg. Tropfwachs von Kerzen verhindert, dem Wachse zugesetzt, das Bleichen desselben. Ein damit versetztes Wachs hat einen brenzlichen Geruch und eine graugelbe bis bräunliche Farbe.

Bienenwachs wird fast auf der ganzen Erdoberfläche erzeugt. In Europa erzeugen namentlich Frankreich, Oesterreich, Italien, Deutschland und England viel Wachs. Das russische Wachs ist, mit Ausnahme des ukrainischen, schwer bleichbar und daher wenig beliebt. In Afrika liefert besonders Aegypten und Algier sowie die Westküste Wachs. Das ägyptische führt im Handel auch den Namen Beladiwachs (Labler a. a. O.). Von den zugehörigen Inseln sind Madagaskar und die Maskarenen als wachsliefernd zu nennen. In Asien liefert namentlich Vorderindien und Ceylon viel Wachs. Das neuholländische Wachs kommt hauptsächlich von Melbourne und Sydney in den Handel. Von Amerika endlich betheiligt sich namentlich Nordamerika, Westindien und Chile an der Wachserzeugung. Deutschland und England verbraucht mehr Wachs als es selbst erzeugt. Ersteres deckt den Mehrbedarf von Amerika und Afrika, z. Thl. auch von Frankreich und der Schweiz. Letzteres bezieht ausserdem noch Wachs aus Portugal, Asien und Australien. In Oesterreich liefert besonders Ungarn, Galizien, Niederösterreich und Böhmen sehr geschätzte Sorten. Uebrigens bezieht Oesterreich auch viel Wachs aus Russland, namentlich aus der Ukraine, aus Podolien und Volhynien. Deutschland führte 1881 621700 Kg. ein und 359600 Kg. aus. Im allgemeinen sind die aussereuropäischen Sorten etwas wohlfeiler als die europäischen.

Die Anwendung des Wachses ist sehr mannigfaltig. Die Hauptmasse desselben wird zu Beleuchtungszwecken verbraucht. Wachskerzen verbrauchen hauptsächlich die katholischen Länder für den Kirchendienst und die höheren Gesellschaftskreise, während Wachsstöcke, kleine Wachskerzen, Wachszündhölzchen u. dgl. m. allgemeiner verbraucht werden. Ausserdem dient das Wachs zur Herstellung von Salben, Pomaden, Pflaster, Kitten, zur Erzeugung von Figuren, Blumen, Modellen, Abgüssen, Masken, Wachspapier, zum Modelliren, zum Bohnen oder Wichsen des Fussbodens und findet überhaupt eine sehr mannigfaltige Verwendung in Kunst, Technik, Gewerbe und Hauswirthschaft.

2. Insectenwachs, Chinesisches Wachs, Chinesisches Insectenwachs, Chinesisches Baumwachs, weisses chinesisches Wachs, *Pe-la (cire d'insectes,*

cire d'arbre — insecte white wax, chinese wax, chinese vegetable wax, japanese wax, vegetable spermaceti, tree wax).

Dieses Wachs kommt nur in geringer Menge in den europäischen Handel u. zw. hauptsächlich nach England und Holland. Eine um so grössere Rolle spielt es jedoch in China. Es stammt von einer Schildlaus (*Coccus Pe-la Westwood* oder *Coccus ceriferus Fabr.*), welche in China weit verbreitet ist und in grossen Massen auf der chinesischen Esche (*Fraxinus chinensis roab*) lebt. Ursprünglich hielt man dieses Wachs für ein pflanzliches, später waren wieder die Angaben über die Wohnpflanze des Insectes sehr verschieden, indem man anfangs *Rhus succedaneum*, später *Ligustrum Ibota* angab und neuerer Zeit ist wieder die Behauptung, dass das Insect auf *Ligustrum lucidum* lebe, aufgetaucht. Auch ist in vielen Handbüchern dieses Wachs mit dem chinesischen Talg (von *Stillingia sebifera*) verwechselt. In der Landschaft Keen-chang in China bilden im Frühjahre Millionen der genannten Schildlaus eine dünne Haut auf den Zweigen der chinesischen Esche. Bald verwandelt sich diese Haut in eine förmliche Wachskruste, welche sich bis Ende August ziemlich verdickt. Hierauf werden die betreffenden Zweige mit Wasser ausgekocht, das an die Oberfläche kommende Wachs abgeschäumt und in tiefen Kesseln umgeschmolzen. (New. Remedies, Bd. 9; Pharmaceut. Centralhalle 1880 pag. 169; Dingl. pol. Jour. 237 pag. 256). Der Werth dieses Wachses wird auf jährlich 60 Millionen Mark geschätzt. Nach Brodie (Lieb. Annal. Bd. 67 pag. 199) ist dieses Wachs dem Walrath sehr ähnlich, weiss, sehr krystallinisch, unterscheidet sich aber von ihm durch grössere Härte, Brüchigkeit und mehr faserige Beschaffenheit. Es ist geruch und geschmacklos, glänzend, schmilzt bei 83° und hat ein spec. Gew. von 0·97 bei 15° C. Es ist sehr wenig löslich in Alkohol und Aether, sehr leicht in Naphta. Das im Handel vorkommende Wachs ist fast chemisch reiner Cerotinsäure-Cerylester. Alkohol zieht nur Spuren einer fettigen Substanz aus. Ueber die Anwendung dieses Wachses ist nichts bekannt.

3. Walrath, s. dieses.

4. Pottwalthran, s. Walrath.

B) Pflanzliche Wachsarten.

1. Carnaubawachs, Cereawachs, Cearawachs (*cire de carnahuba, cire de carnauba — carnauba wax*). Dieses Wachs stammt von der Carnaubapalme (*Copernicia cerifera Mart.* oder *Corypha cerifera Virey*) einer schönen Fächerpalme, welche in Südamerika vom 9—29° s. Br. sehr häufig ist und besonders in den Landschaften Ceará, Rio grande de Norte, Pianhy und einigen angrenzenden Landschaften häufig vorkommt. Die Blätter derselben sind auf beiden Seiten mit einer Wachsschicht überzogen, welche auf der Oberseite etwas dicker als auf der Unterseite ist und durch Biegen und Klopfen leicht abgelöst werden kann. Zur Gewinnung werden die Blätter vorsichtig abgeschnitten, durch Biegen das Wachs abgelöst und entweder für sich oder mit Wasser zusammengeschmolzen. Früher kam es in diesem rohen Zustande nach Europa, gegenwärtig wird es jedoch vorher schon in Brasilien durch wiederholtes Umschmelzen gereinigt. Es bildet rundliche Kuchen oder meistens unförmliche Stücke von hellgelber oder grünlichgelber Farbe, ist sehr hart und spröde, pulverbar, am Bruche körnig matt, auf frisch geschmolzener oder polirter Fläche stark glänzend. Es enthält kleine rundliche Hohlräume und zeigt bei Betrachtung dünner Splitter unter dem Mikroskope eine Zusammensetzung aus Stengelchen und Säulchen, die zum Theil doppeltbrechend sind. Es ist geschmacklos und hat einen schwachen heuartigen Geruch. Der Schmelzpunkt wird verschieden angegeben. Nach H. Stürke ist er 83—83·5°, nach Mills und Akitt 84·1 und im frisch gereinigten Zustande 85—86°. Altes Carnaubawachs soll erst bei 90—91° schmelzen. Das specifische Gewicht beträgt bei 15° C. 0·995—0·999. Das Carnaubawachs ist in siedendem Alkohol und Aether fast vollständig löslich. Die Lösungen erstarren beim Erkalten unter Ausscheidung einer bei 103° schmelzenden Masse. In

der Wärme löst es sich ferner völlig in Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff und Terpentinöl. Es ist sehr schwer und nur mit alkoholischer Kalilauge verseifbar. Der Hauptmasse nach besteht das Carnaubawachs nach den neuesten Untersuchungen von Stürke (Lieb. Annal. Bd. 223, pag. 282) aus einem Gemenge von Cerotinsäure-Myricylester mit freiem Myricylalkohol, welchem jedoch noch kleine Mengen anderer Ester, Kohlenwasserstoffe und ein Lakton beigemengt ist. Die Menge der unverseifbaren Stoffe fand Stürke zu 55·3 Proc., Allen und Thomson zu 54·87 Proc. Die Körper, welche Stürke im Carnaubawachs fand, sind: 1. Ein Kohlenwasserstoff vom Schmelzpunkt 59—59·5°. 2. Ein Alkohol von der Formel $C_{26}H_{53}CH_2OH$ und dem Schmelzpunkt 76°. 1 und 2 machen zusammen etwa 1·5—2 Proc. des Wachses aus. 3. Myricylalkohol $C_{29}H_{59}CH_2OH$ vom Schmelzpunkt 85·5 Proc. in einer Menge von über 45 Proc. 4. Ein Glycol $C_{23}H_{46}(CH_2OH)_2$ vom Schmelzpunkte 103·5—103·8° in einer Menge von 1 bis 1·5 Proc. 5. Eine mit der Lignocerinsäure isomere Säure vom Schmelzpunkte 72·5° in sehr geringer Menge. 6. Cerotinsäure $C_{26}H_{53}CO_2H$ oder eine mit ihr isomere Säure vom Schmelzpunkt 79°, welche die Hauptmasse der vorhandenen Säuren bildet. 7. Ein Lakton von der Formel $C_{19}H_{38} . CH_2CO . O$ vom Schmelzpunkt 103·5° in sehr geringer Menge. Endlich 8. Spuren von grünlich gefärbten, cumarinähnlich riechenden Stoffen von balsamartiger Beschaffenheit. Die Verseifungszahl wird für das Carnaubawachs von Becker mit 93·1, von Hübl mit 79 und von Valenta mit 94.5—95 angegeben. Die Säurezahl gibt Hübl mit 4, die Esterzahl mit 75 an. Hieraus würde hervorgehen, dass im Carnaubawachse eine kleine Menge freier Säure vorkommt, während nach Stürke und Story Maskelyne nur freier Alkohol vorhanden sein soll. Dies dürfte sich durch das Vorkommen des obenerwähnten Laktons erklären.

Verfälschungen des Carnaubawachses könnten durch das Hübl'sche Verfahren aufgefunden werden. Angaben über Schmelzpunkte von Mischungen des Wachses mit Stearinsäure, Ceresin und Paraffin hat Valenta gemacht (Zeitschr. f. anal. Chem. Bd. 23 pag. 257).

Das Carnaubawachs wird, namentlich im nördlichen Südamerika, sehr stark zur Kerzenerzeugung verwendet. Rio grande de Norte führt jährlich 300.000 Kg. aus und verbraucht auch für sich sehr viel. In Ceará wurden in manchen Jahren bis 2 Mill. Kg. geerntet. Die jährliche Ausfuhr aus Brasilien wird auf etwa 1·5 Mill. Kg. und der inländische Verbrauch auf 850.000 Kg. veranschlagt. Der Werth einer Jahresernte ist daher etwa 5,126.000 M. (s.: D. Kaiserreich Brasilien auf der Weltausstellung von 1876 in Philadelphia). Zur Kerzenbereitung, zu welcher dieses Wachs auch in England herangezogen wird, soll dasselbe gebleicht werden und dadurch angeblich völlige Weise erhalten. Ausserdem dient es auch zur Herstellung von Wachsfirnissen, Glanzpapier und zum Glänzendmachen des Sohlenleders.

2. Palmwachs. Dieses Wachs kommt nur sehr selten nach Europa. Es stammt von der berühmten Andespalme (*Ceroxylon andicola Hb. et Bonpl.*), die gleichfalls im nördlichen Südamerika verbreitet ist. Der Stamm derselben ist mit einer bis 6^{mm} dicken Wachskruste überzogen, welche durch Abschaben und Umschmelzen das Handelsproduct liefert. Dasselbe ist sowohl im Aussehen, wie in den physikalischen Eigenschaften und den Löslichkeitsverhältnissen dem Carnaubawachs sehr ähnlich, schmilzt jedoch schon bei 72°. Ueber seine chemische Zusammensetzung ist fast nichts bekannt. Es dient in seiner Heimat zur Kerzenbereitung.

3. Feigenwachs, javanisches Pflanzenwachs, Getah-Lahoe. Dieses Wachs ist bis jetzt nur gelegentlich nach Europa gelangt. Es wird auf Java und Sumatra gewonnen und hier wie Bienenwachs verwendet. Seine Stammpflanze ist ein Feigenbaum (*Ficus ceriflua Jungh*), welcher nach dem Anschneiden reichliche Mengen eines weissen, rahmähnlichen Milchsaftes ausfliessen lässt, der durch Eindampfen das Feigenwachs liefert. Dieses stellt nach Vogl (Arzneikörper aus den drei Naturreichen, 3. Aufl. pag. 428) leichte, poröse, etwas an rohe Guttapercha erinnernde Stücke von matt hellbräunlichgrauer, an der frischen körnigen

Bruchfläche hellröthlichgrauer Farbe dar. Es ist brüchig, spröde, leicht zerreiblich, auf frischer Schnittfläche wachsglänzend, etwas fettig anzufühlen. Im Munde erweicht es zu einer plastischen, klebenden, zähen, chokoladebraunen Masse. Das Feigenwachs schmilzt zwischen 60 und 70°. Es ist, bis auf beigemengte Gewebereste, leicht und völlig in kaltem Chloroform, in warmem Aether, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl und Benzol, unvollständig in Alkohol löslich. Die alkoholische Lösung ist farblos, trübt sich beim Erkalten rasch und scheidet weisse Flocken aus. Neuerer Zeit hat Fr. Kessel einige Angaben über dieses Wachs, insbesondere über seine chemische Zusammensetzung gemacht (Ber. d. d. chem. Gesellsch. Bd. 11 pag. 2112). Hiernach wird es in der Wärme klebrig und lässt sich zu langen Bändern ausziehen. Kochendes Wasser entzieht ihm eine bedeutende Menge eines braunen Farbstoffes, wodurch es fast weiss wird. Kochender Alkohol löst etwa $^1/_3$ des Wachses. Dieser im Alkohol lösliche Theil enthält zwei krystallisirbare Körper von Alkoholcharakter, nämlich $C_{27}H_{56}O$ mit dem Schmelzpunkt 62°, wahrscheinlich isomer mit Cerylalkohol und $C_{15}H_{30}O$ mit dem Schmelzpunkt 73°. Bei der trockenen Destillation gibt das weisse Wachs einen krystallisirbaren, bei 62° schmelzenden und bei 345—354° siedenden Körper von der Formel $n(C_6H_{12}O)$.

Von solchen pflanzlichen Fetten, welche im Handel den Namen Wachs führen, mögen hier noch das Japanwachs und das Myrthenwachs kurz behandelt werden.

Japanisches Wachs, Japanwachs, Japantalg (*Cera japonica — cire du Japon — japan wax*). Dieses Fett stammt aus den Samen einer Sumachart *Rhus succedanea L.* eines in Japan und China heimischen, in Ostindien angebauten Baumes. Es kommt als Zellinhalt im Gewebe der Cotyledonen vor und wird daraus in Japan, namentlich in Kiusiu und Sikok, ferner auf Formosa und den Liutschiuinseln, sowie in Ostindien gewonnen. Zur Gewinnung werden die Samen abgedroschen, getrocknet, schwach geröstet, gemahlen und entweder warm gepresst oder mit Wasser ausgekocht. Die Ausbeute beträgt $^1/_4$ des Samengewichtes. Durch Umschmelzen und Bleichen an der Sonne wird eine zweite und dritte reinere Sorte hergestellt. Letztere kommt meist in den europäischen Handel. Am häufigsten gelangt es zu uns in 10—12^{cm} im Durchmesser haltenden, 2—3^{cm} dicken, kreisrunden, planconvexen Kuchen, welche auf der gewölbten Seite häufig durch eine sternförmige eingeritzte Zeichnung verziert sind. Seltener wird es in Blöcken von etwa 50 Kg. oder in unregelmässigen Klumpen verschickt. Es bildet eine blass gelbliche, an denKanten etwas durchscheinende Masse von wachsartiger Beschaffenheit, welche sich bei längerem Liegen mit einem zarten, leicht abwischbaren weissen Anfluge bedeckt, der aus einem Haufwerke stäbchenförmiger und prismatischer Krystalle besteht. Am Bruche ist es grossmuschlig, matt, auf der frischen Schnittfläche wachsglänzend. Es ist in der Wärme knetbar, haftet beim Kauen nicht an den Zähnen und zeigt fast keinen Geruch und Geschmack. Unter dem Mikroskope kann man in demselben grössere und kleinere Körnchen, Blättchen und Nädelchen erkennen. Ueber seinen Schmelzpunkt liegen sehr verschiedene Angaben vor, die von 42—54·5° schwanken. Wahrscheinlich ändert er sich mit dem Alter des Japantalgs. Am häufigsten scheint er zwischen 50 und 54·5° zu liegen. Kurze Zeit nach dem Erstarren soll der Schmelzpunkt 42° sein. (Schädler, Technologie der Fette und Oele.) Das spec. Gew. liegt zwischen 0·970 bis 0·980, bei gebleichtem Japantalg zwischen 1—1·006. Sehr alter Japantalg hat nach Hager ein spec. Gew. von 0·963—0·964. Das Japanwachs löst sich in siedendem Alkohol völlig auf; die Lösung erstarrt beim Erkalten zu einer körnig krystallinischen Masse. Aether, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzin und Petroleumäther lösen es schon in der Kälte völlig. Es ist bis auf 1·14 Proc. leicht verseifbar (Allen und Thomson). Nach den Untersuchungen von Stham (Lieb. Annal. Bd. 43 pag. 343), A. Meyer (Arch. Pharm. 3. Folge, Bd. 12 pag. 97) und E. Buri (Arch. Pharm. 3. Flg., Bd. 14, pag. 403) besteht der Japantalg aus freier Palmitinsäure und Palmitin, sowie kleinen Mengen von Arachin und Stearin oder dem Glycerid, einer noch höheren Fettsäure. Er enthält über 10 Proc. Glycerin. Der Gehalt an freier Säure ist schwankend und wird zu 6·12 Proc. (Hehner, Dingl. pol. Journ. 251 pag. 168) bis 10 Proc. angegeben, was auch mit der Angabe Hübls übereinstimmt, dass die Säurezahl von 15—24 schwankt. Der Japantalg soll am häufigsten mit Wasser und Unschlitt verfälscht werden und von ersterem bis zu 30 Proc. aufnehmen können. Das Wasser kann durch Umschmelzen, der Unschlitt durch Erniedrigung des Schmelzpunktes und nach dem Hübl'schen Verfahren erkannt und bestimmt werden. Die hiezu erforderlichen Zahlen sind ausser der eben genannten Säurezahl folgende: Esterzahl 200, Verseifungszahl 215—224, Jodzahl 4·2. Das Verfahren s. bei Bienenwachs.

Das Japanwachs kommt theils unmittelbar von Nagasaki und Osaka, theils über Shanghai und Hongkong nach Europa. Das indische geht meist über Singapore. Der hauptsächlichste europäische Handelsplatz dafür ist London. Es wird meist zur Kerzenbereitung und als Ersatz, sowie zum Verfälschen des Bienenwachses verwendet. Es ist kaum halb so theuer als dieses.

Myrthenwachs, Myricawachs, Myrtlewachs, Myricatalg *(Cera Myricarum)*. Dieses Fett stammt von mehreren Arten der Gattung Myrica, Wachsmyrthe, und zwar liefert es in den Vereinigten Staaten Nordamarikas *M. cerifera L.*, in Venezuela *M. Caracassana Kth.* und am Cap der guten Hoffnung *M. cordifolia L.* und *M. quercifolia L.* Es sind dies Sträucher, deren kaum erbsengrosse Steinfrüchtchen äusserlich mit einer etwa 0·1—0·3mm dicken weissen Fettschichte überzogen sind, die von punktförmigen braunen Drüsen durchsetzt erscheint. Das Fett wird allgemein durch Auskochen der Früchte mit Wasser gewonnen. Die Ausbeute ist 14—25 Proc. Ein Strauch gibt 10—15 Kg. Früchte. Das Myricawachs kommt in Blöcken in den Handel, welche eine mattgraugrüne bis hellolivengrüne Farbe haben, die wahrscheinlich von Chlorophyll herrührt. Es hat fast wachsartige Beschaffenheit, ist aber leicht zerreiblich und fühlt sich etwas fettig an. Die frische Bruchfläche bedeckt sich bald mit einem weisslichen Anfluge. Es ist nie ganz frei von den oben erwähnten braunen Drüsen. Sein spec. Gew. ist 1·004—1·006, der Schmelzpunkt 47—49°. Es ist geschmacklos, riecht aber etwas balsamisch, rosmarinartig. In Aether, Schwefelkohlenstoff, Chloroform und Benzol ist es schon in der Kälte, in Alkohol in der Wärme löslich. Mit Alkalien ist der Myrthentalg leicht und vollständig verseifbar. Unter dem Mikroskop ist er scheinbar amorph, doch zeigt er im polarisirten Lichte schöne Doppelbrechung. Zusatz von Aether macht nadelförmige Krystalle sichtbar, die sich rasch lösen. Aus der Lösung scheiden sich sphärische Krystallaggregate aus. Nach Moore (Chem. Centrbl. 1862 pag. 779) enthält der Myricatalg viel Palmitinsäure und wenig Myristinsäure, zum grössten Theil frei, zum kleineren Theil als Glyceride. Es wird theils für sich, theils mit Bienenwachs gemengt, wie dieses verwendet.

Fr. Reinitzer.

Wachs künstliches, s. m. Ceresin, s. d. II pag. 300, vgl. a. Ozokerit VI pag. 462.

Wachsbildnerei, Ceroplastik. Die Kunst, Gegenstände aus Wachs zu bilden, was entweder durch Bossiren oder durch Giessen (vgl. Gypsgiesserei) geschieht. *E.*

Wachsbutter, Product der trockenen Destillation des Bienenwachses, siehe Wachs X pag. 147.

Wachsfass, s. m. Krystallisirbottich, d. s. namentlich bei der Alaunfabrication gebräuchliche Bottiche, in welchen die zur Krystallisation zu bringende Lauge angestellt wird. *Gtl.*

Wachsfirniss, d. i. eine Lösung von Wachs in Schwefelkohlenstoff, die man zur Herstellung von Wachsüberzügen auf Karten oder zur Imprägnirung von Papier (Wachspapier) empfohlen hat. Vielfach verwendet man Lösungen von Wachs in Terpentinöl unter dem Namen Mattfirniss zur Herstellung von dünnen Wachsüberzügen auf mit Oelfarben gestrichenen Holzeinrichtungen, Thüren, Fensterrahmen u. s. w., welche dann durch Aufbürsten einen matten Glanz annehmen. Solche Lösungen von Wachs in Terpentinöl (in dem Verhältnisse von 1 : 8 oder 1 : 10 gelöst) verwendet man übrigens auch zum Einlassen (Wachsen) von Fussböden (Parquettböden), also als Fussbodenwichse, vgl. a. Wichse. *Gtl.*

Wachskerzen, Wachslichter, s. b. Leuchtstoffe V pag. 415.

Wachskohle, s. m. Pyropissit, s. d. VII pag. 210.

Wachsleim. Statt des Harzleimes wurde Wachsleim für feine, weisse Papiere verwendet, wobei statt des Harzes weisses Wachs zur Leimbereitung in Verwendung kam. *E.*

Wachsleinwand, s. Wachstuch.

Wachsmalerei. Die Benutzung des Wachses als Bindemittel der Farben oder blos als Befestigungsmittel nach bereits geschehenem Auftrag derselben. *E.*

Wachsmilch. Unter diesem Namen ist eine durch Kochen von 24 Thl. gelben Wachses mit einer Lösung von 12 Thl. Potasche in 120 Thl. Wasser und endliches Verdünnen der entstandenen Flüssigkeit mit dem gleichen Wasserquantum bereitete Wachsemulsion bekannt, welche wesentlich eine Lösung von Wachsseife in Wasser ist, in welcher die unverseifbaren Bestandtheile des Wachses in fein vertheiltem Zustande suspendirt sind. Solche Wachsmilch kann man auch durch Kochen von Wachs mit Soda, endlich auch mit Seife erhalten (nach

Puscher 1 Thl. gelbe Kernseife, 3 Thl. japan. Wachs und 21 Thl. Wasser). Man verwendet solche Wachsmilch zum Wachsen von Holz, namentlich von Fussböden (Zimmerwichse), sowie zur Herstellung von Wachsüberzügen auf Gypsabgüssen, Metallen u. s. w. *Gtl.*

Wachsöl, s. b. Wachs X pag. 147.

Wachsopal, s. b. Opal VI pag. 424.

Wachspapier (*papier-toile-cirée*, *papier ciré*), Wachstuchpapier, Wachspackpapier, s. Papiersorten VI pag. 535.

Wachsperlen, s. Perlen unechte VI pag. 608.

Wachspolitur. Unter diesem Namen wird sowohl für Zwecke der Herstellung dünner Wachsüberzüge auf Papier, vornehmlich auf Photographien (siehe Photographie VI pag. 695), sowie auf Möbeln u. dgl. eine Lösung von Wachs in Aether oder in gewissen äther. Oelen (Lavendelöl, Spicköl, Terpentinöl) oder in Benzin u. dgl., der mitunter auch Harze, namentlich Elemiharz, Canadabalsam, zugesetzt werden, in Anwendung gebracht, um solchen Gegenständen eine Politur zu geben, welche durch Abreiben mit Wollappen oder Bürsten Glanz annimmt. Die für Zwecke des Glänzens von Photographien verwendete Wachspolitur, welche die Consistenz eines weichen Fettes hat, wird gewöhnlich Cerat genannt. Vgl. übg. auch Wachsfirniss. *Gtl.*

Wachspolitur (*poli à la cire — wax polishing*) wird gewöhnlich nur zum Glänzen parketirter Fussböden (Wichsen, Bohnen) verwendet und besteht in einem Einreiben mit Wachs und nachfolgendem Bürsten. Gewöhnlich erhält das Holz einen Farbeanstrich mit Wachszusatz, so dass schon das Bürsten des trockenen Anstriches Glanz liefert. Die Farbe ist durch Kochen bereitet, s. Bohnwachs I pag. 695 und Wachsmilch. Möbel aus weichem Holze lassen sich durch Wachspolitur, besonders nach vorherigem Anstriche mit Leinölfirniss oder auch mit einer Lösung von übermangansaurem Kali, welche einen braunen Farbeton liefert, wesentlich verschönern. In diesem Falle wird Wachslösung oder auch Wachsemulsion, ohne Erdfarbenzusatz, verwendet. *Kk.*

Wachsstock, s. m. dünnes Wachslicht, s. b. Leuchtstoffe V pag. 416.

Wachstafft. Leinwand oder Tafft, mit einem Wachsfirniss überzogen, s. Wachstuch.

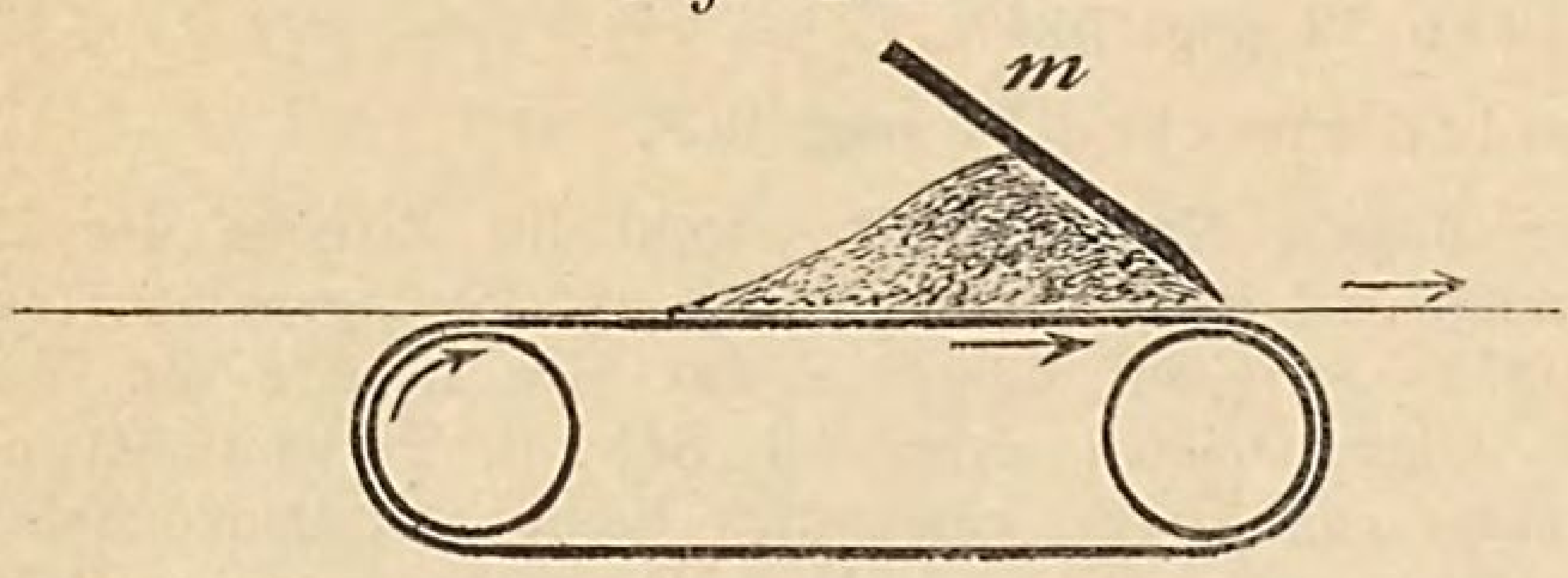
Wachstuch (*toile cirée — oil-cloth*), Wachsleinwand. Mit Firniss getränkte oder mit Firnissfarben einseitig bestrichene Stoffe aus Baumwolle, Leinen und Jute werden unter der Bezeichnung Wachstuch zusammengefasst, während mit Firniss getränkte Seidengewebe als „Wachstaffet“ bezeichnet werden.

Bei der Wachstuchfabrication, wie selbe im Grossen jetzt stattfindet, werden die Gewebe auf jener Seite, auf welcher sie den Farbenüberzug erlangen sollen, zunächst mit Bimsstein auf eigenen Schleifmaschinen abgeschliffen um die Knoten oder die an Baumwollengeweben zuweilen noch haftenden Schalentheilchen zu entfernen. Die Schleifmaschine besteht aus einigen Walzen und Spannstäben, welche auf die Beförderung und Ausbreitung des Zeuges einwirken und aus dem Schleifcylinder, d. i. einer langen, rasch rotirenden Trommel, in deren etwa 7^{cm} breiten Furchen parallelopipädische Bimssteinstücke mit Gyps eingekittet sind.

Der geschliffene Zeug wird dann auf einer Seite mit Firnissfarbe versehen — grundirt — und wird zu diesem Zwecke eine Maschine angewendet, bei welcher der Zeug wie nachstehende Figur andeutet, unter der Farbe hingezogen wird, deren Schichthöhe durch ein stellbares Messer *m* geregelt werden kann, vor welchem sich die zähflüssige Farbe befindet, welche am seitlichen Abfliessen durch Streichbrettchen gehindert ist. Sofort von der Maschine weg gelangt die Waare in den Trockenraum, welcher entsprechend geheizt sein muss. Sie wird dann nach dem Trocknen neuerlich geschliffen, wieder, ebenso mit einem zweiten Anstrich versehen, getrocknet, wieder geschliffen u. s. w. Auf der Grundir-

maschine und Farbstreichmaschine entwickelt sich Reibungselektricität, welche durch Saugkämme gefangen und abgeleitet werden muss; führen die Stoffe noch Elektricität in die Trockenkammern, so lässt man etwas Dampf in dieselben ein; auch befinden sich in den Trockenkammern Apparate, welche das Vorhandensein von Reibungselektricität signalisiren und zu besserer Ableitung derselben veranlassen.

Fig. 5206.



Die Grundirfarbe, sowie die Farbe des 2., bez. 3. Durchzuges ist als Lackfarbe zu bezeichnen, denn die färbenden Erden und Metalloxyde sind mit Firniss bezw. Lack angerieben. Als Rohmaterialien dienen besonders Leinöl, Colophonium, Pech, Kopal, Terpentinöl und Naphta. Das Kochen des Firnisses findet in Kesseln von entsprechend abseitiger Lage statt, welche mit einem Dampffange (Abzugshaube) bedeckt sind, dessen Abzugsrohr in Verbindung mit dem Fabriksschornsteine gebracht wird. Um gefährliches Ueberschäumen zu vermeiden, ist die Feuerung mit einem auf Rollen fahrbaren, ausziehbaren Roste versehen. Die Metalloxyde und sonstigen Erdfarben werden auf Farbenreibmaschinen (vgl. III pag. 363 und VII pag. 345) gerieben. Nach dem Schleifen des letzten Anstriches lässt man die Waare durch einen Kalander. Soll dieselbe nicht einfärbig, sondern gemustert erscheinen, dann wendet man entweder gewöhnlichen Handdruck an, oder man stellt bei Holz- und Marmorimitation die Fladerung durch Walzen her, welche über den eben gelegten Stoff gerollt werden, oder man verwendet eigentliche Druckmaschinen.

Die wesentlichste Schwierigkeit dieser Fabrication liegt in der Herstellung solcher Firnisse, bez. Firnissfarben, welche nach vollkommenem Trocknen und jahrelangem Gebrauche nicht brüchig werden und dabei nicht klebrig sind. Beides zu erreichen ist vollkommen gelungen.

Man kann Wachstuchen durch den Durchzug zwischen einer entsprechend gravirten (molettirten, s. VI pag. 161) Stahlwalze und einer Papierwalze ein erhabenes Muster geben, es z. B. lederartig chagriniren und so jene Verfahren anwenden, welche bereits im Art. Buntpapierfabrication II pag. 165 besprochen wurden, nur sind die hier verwendeten Maschinen viel breiter und kräftiger gebaut.

Die Wachstuchfabrication verdankt vorwaltend England ihr Entstehen und ihre Ausbildung und muss auch bezüglich des Näheren auf das „Repertory of Patent Inventions and other discoveries and improvements London", und auf „le Génie industriel, revue des inventions par Armengaud frères, Paris", verwiesen werden; doch erzeugt man auf dem Continente jetzt ebenso gute Wachstuche und befindet sich z. B. in Lieben bei Prag, Firma M. Grab Söhne, eine der grössten und besteingerichteten Fabriken dieser Branche. *Kk.*

Wachstuchpapier, s. Papiersorten VI pag. 535.

Wacke, Wackenthon, Basaltwacke, Eisenthon. Aus der Zersetzung des Basalts (s. d. I pag. 302) hervorgegangenes thoniges Product mit mehr oder weniger bedeutendem Eisenoxydgehalt, welches ein meist schwammiges, blasiges oder zelliges, seltener dichtes, weiches, erdiges mildes Gestein von mattem Ansehen und schmutzig grünlichbrauner bis röthlichbrauner Farbe bildet, das angehaucht einen deutlichen Thongeruch zeigt. Mitunter sind die Blasenräume mit Zeolithen oder Quarzarten erfüllt, wodurch das Gestein ein dem Basaltmandelstein ähnliches Aussehen bekommt (Wackenmandelstein), von dem es sich jedoch

durch die geringere Härte und ein geringeres spec. Gew. unterscheidet. Findet sich meist von mächtigen Basalt- oder Dioritlagern überdeckt. *Gtl.*

Wad (*wad — black wad*), z. Thl. Manganschaum, Min. Derb, knollig, nierförmig, staudenförmig oder stalaktitisch, auch als Ueberzug, aus feinschuppigen oder höchst feinerdigen Theilchen bestehend, oft eine krummschalige Absonderung zeigend. Sehr weich und mild, abfärbend, nur selten etwas spröde und dann höchstens die Härte = 3 zeigend, in Folge der lockeren und porösen Textur sehr leicht erscheinend, vom spec. Gew. = 2·3—3·7. Nelkenbraun bis schwarzbraun und bräunlich-schwarz, halbmetallischer Glanz, im Striche glänzender werdend, oberflächlich meist matt, undurchsichtig. Hat eine ziemlich schwankende Zusammensetzung, besteht wesentlich aus Mangansuperoxyd, Manganoxydul und Wasser, wobei das Manganoxydul nicht selten durch etwas Baryt, Kalk oder Kali ersetzt ist. Enthält auch geringe Mengen von Eisenoxyd und Kieselsäure. Vorkommen Iberg und Elbingerode am Harz, Siegen, Nassau, Kemlas und Arzberg in Franken, Devonshire und Derbyshire. Wird wie Pyrolusit verwerthet, vgl. Mangan V pag. 724. *Gtl.*

Wächter-Controluhr, ist ein kleiner tragbarer Apparat, in welchem eine, mit einem Papierstreifen belegte Trommel langsam sich dreht, durch ein Uhrwerk bethätigt. Dieser Papierstreifen ist, entsprechend der Drehungszeit, in Theile nach Stunden und Viertelstunden getheilt. Der Apparat wird dem Wächter verschlossen übergeben und besitzt in seinem Mantel eine kleine Oeffnung, durch welche man mit einem Stifte gegen den Papierstreifen drücken und darauf ein Zeichen hervorbringen kann. Da der Papierstreifen mit der Trommel sich dreht, so deutet der Eindruck auch die Zeit an, wann derselbe gemacht wurde. Hat nun der Wächter einen bestimmten Weg während seiner Wache vorgeschrieben und befinden sich an einzelnen Punkten desselben, an Kettchen befestigt, Stifte, welche bestimmte Eindrücke, z. B. Ziffern (in Farbe) auf dem Papierstreifen zurücklassen, so ist der Wächter gezwungen den vorgeschriebenen Weg auch wirklich in der festgesetzten Zeit zurückzulegen, sollen auf dem Papierstreifen die Marken in der gehörigen Aufeinanderfolge sichtbar gemacht sein. Natürlich setzt dies voraus, dass das Oeffnen der Uhr und die Entnahme des Papierstreifens nur jenem Organe ermöglicht ist, welches dem Wächter die Controluhr einhändigte; auch muss die Befestigung der Stifte bei den einzelnen Stationen, sowie die Art der Eindrücke einen Unterschleif ausschliessen oder doch sehr erschweren. Die Construction dieser Uhren kann eine sehr verschiedene sein. Vgl. Dingler polyt. Journal Bd. 148 pag. 463; Bd. 151 pag. 182; Bd. 158 pag. 348; Bd. 190 pag. 87 u. s. w. *Kk.*

Wärme (*chaleur — heat*). Mit diesem Worte bezeichnet die moderne Physik eine Art molekularer Energie, deren Veränderungen die Ursachen jener Erscheinungen sind, welche unter dem Namen Wärmeerscheinungen längst bekannt sind.

Die Wärme ist eine sehr lebhafte Bewegung der unwahrnehmbaren, kleinsten Theilchen eines Gegenstandes, welche in uns diejenige Empfindung hervorruft, wegen deren wir den Gegenstand als warm bezeichnen. Was in unserer Empfindung als Wärme erscheint, ist also am Gegenstande selbst nur Bewegung (Locke). *)

Es muss hier aber bemerkt werden, dass die Erfahrungsthatsachen, welche bezüglich der Wärmeerscheinungen bekannt sind, eine bestimmte Vorstellung von dem Wesen der Wärme gar nicht erheischen. Wärme kann einfach als die unbekannte aber quantitativ bestimmbare Ursache der betreffenden Erscheinungen definirt werden. Jedenfalls muss sie etwas sein, das von einem auf einen anderen Körper in gewisser Menge übertragen werden kann, das gewichtslos, unabsperrbar ist und wenigstens bis heute einem Körper nicht vollständig genommen werden kann.

*) Im 17. und 18. Jahrhunderte war die Stofftheorie die allein herrschende; seit den 50er Jahren dieses Jahrhunderts erst ist die mechanische Theorie der Wärme allgemein angenommen. Vom Standpunkte der Stofftheorie definirt Gmelin die Wärme als „diejenige Substanz, deren Eintritt in unseren Körper das Gefühl der Wärme, deren Austritt das Gefühl der Kälte in uns erregt“.

Die Wärmeerscheinungen. I. Zu diesen rechnen wir zunächst gewisse Einwirkungen der Körper ausser uns auf unseren Tastsinn. Je nach der Intensität dieser Einwirkungen schreiben wir jedem Körper einen gewissen Wärmezustand, einen gewissen Wärmegrad oder eine gewisse Temperatur zu. Im Sinne der modernen Anschauung ist dieser Wärmezustand bedingt durch einen bestimmten Gehalt des Körpers an molecularer Bewegungsenergie, Wärmeinhalt genannt; eine Aenderung in diesem Gehalte ist Ursache einer Aenderung des Wärmezustandes, also der Temperatur des Körpers.

II. Die Beobachtung zeigt ferner einen Zusammenhang zwischen dem Wärmezustand der Körper und ihrem gleichzeitigen räumlichen Verhalten. Die Volumänderungen der Körper bei Temperaturänderungen bilden die zweite Classe von Wärmeerscheinungen. Die heutige Physik sieht in den die Temperaturänderungen begleitenden Volumänderungen eine Aenderung der Energie der Lage der Moleküle des Körpers rücksichtlich der Molekularkräfte (z. B. infolge Aenderung der Amplituden bei vibrirenden Molekularbewegungen in festen Körpern, infolge Aenderung der Bahnachsen bei Centralbewegungen etc.), welche die Aenderung der Bewegungsenergie begleitet.

III. Dieselben Mittel, mit denen die Veränderungen der Temperatur und des Volumens der Körper hervorgerufen werden können (z. B. Berührung des Versuchskörpers mit einem von besonders hoher Temperatur, etwa einer Flamme, Reibung desselben mit einem anderen etc.), führen auch oft zu einer Aenderung der Aggregatform der Körper. Wegen der gemeinschaftlichen Ursache dieser und der früher genannten Aenderungen hat man auch die Erscheinungen solcher Aenderungen des Aggregatzustandes der Körper zu den Wärmeerscheinungen gezählt. Wir sehen jetzt in diesen Erscheinungen nur eine weitergehende Aenderung in der Energie der Lage der Moleküle.

IV. Aus ähnlichem Grunde sind auch zahlreiche chemische Veränderungen der Körper zu den Wärmeerscheinungen zu zählen und als Aenderungen der Energie der Lage der Bestandtheile der Moleküle, der Atome, aufzufassen.

V. Die Abhängigkeit der Capillaritätserscheinungen von dem Wärmezustande der Flüssigkeit gehört ebenfalls hierher, insofern eine Aenderung des Gleichgewichtszustandes der Molekularkräfte durch molekulare Bewegungsenergie vorliegt.

VI. Eine andere Gruppe von Wärmeerscheinungen fasst man unter dem Namen der Verbreitung der Wärme zusammen und unterscheidet die Leitung und die Fortführung der Wärme. Energie molekularer Bewegung wird im ersten Falle von einer Körperschichte an die benachbarten Körperschichten abgegeben, bezw. durch eine von den benachbarten aufgenommen; im letzteren Falle, der blos bei Flüssigkeiten und Gasen vorkommt, mit der Körpermasse von einer Stelle an eine andere übertragen.

VII. Wie die Cohäsionsverhältnisse der Körper, so haben sich auch andere Eigenschaften derselben als von deren Wärmezustande abhängig erwiesen: das Lichtbrechungs- und Farbenzerstreuungsvermögen, der magnetische Zustand, das elektrische Leitungsvermögen und andere sind von der Temperatur abhängig gefunden worden; wir haben diese Thatsachen als Wirkungen der molekularen Bewegungen auf die Aetherbewegungen in den Körpern zu betrachten.

VIII. Die Erscheinungen der Wärmestrahlung gehören eigentlich nur theilweise zu den Wärmeerscheinungen; die Verbreitung der Wärme durch Strahlung besteht ja in der Transformation von molekularer Bewegung in Aetherbewegung und dieser Aetherbewegung wieder in molekulare, und als Wärme kann streng genommen nur die Energie der molekularen Bewegungen angesehen werden, da nur sie Wärmeempfindungen und die sonstigen Wärmewirkungen hervorruft.

IX. Eine für die Einsicht in die Natur dessen, was man Wärme nennt, höchst wichtige Classe von Wärmeerscheinungen sind endlich die Veränderungen des Wärmezustandes der Körper durch mechanische Mittel, wie Reibung, Stoss, Druck etc. Gerade diese Erscheinungen haben zu der gegenwärtig allgemein angenommenen Ansicht geführt, dass es sich bei allen sog. Wärmeerscheinungen nur um Transformationen der verschiedenen Arten Energie handelt, sie haben sogar dazu ge-

führt, den Zusammenhang zwischen der Energie sichtbarer Bewegungen und molekularer Bewegung oder allgemeiner zwischen mechanischer Arbeit und Wärme ziffermässig festzustellen.

Die Wärmelehre. Sie beschäftigt sich mit der genauen Beschreibung der einzelnen eben genannten Erscheinungen — experimentelle Wärmelehre — und mit der Zurückführung derselben auf eine möglichst kleine Anzahl von Annahmen und Grundsätzen — theoretische Wärmelehre. — Die „mechanische Wärmetheorie" fällt theils mit der theoretischen Wärmelehre zusammen, sofern sie die Gesetzmässigkeiten, welche die Zustandsänderungen der Körper, die wir als Wärmeerscheinungen angeführt haben, aus der Hypothese folgert, dass Wärme eine Art molekularer Energie ist, theils bildet sie eine Anwendung der theoretischen Lehren auf die Erklärung der Vorgänge in den Wärmemaschinen (insbesondere Heissluft- und Dampfmaschinen). S. Art. Mechanik.

I. Temperatur und Temperaturänderungen.

Die Temperatur eines Körpers geben wir an, indem wir entweder blos nach dem Gefühle ihn kalt, kühl, lau, warm, heiss nennen, oder indem wir nach dessen Prüfung mittelst eines Thermometers, bez. Pyrometers, Kryometers (allg. Temperaturmessers) die Zahl angeben, auf welche, wie man sagt, das genannte Instrument zeigt (genaueres s. Art. Wärmemessung).

Man sagt oft, diese oder jene Erscheinung sei bei „gewöhnlicher" Temperatur oder auch bei der „Zimmer-Temperatur" beobachtet worden; man meint damit eine Temperatur von 18 bis 20° C. Die Körperwärme des Menschen beträgt im gesunden Zustande 37° C. Die niedrigste Temperatur, welche bisher wirklich beobachtet worden ist, beträgt —225° C.; Olzewski kühlte Stickstoff, der bei —214° erstarrt, bis zu dieser Temperatur ab durch Verminderung des auf ihr lastenden Druckes. Die höchste Temperatur, die wir kennen, ist nach Tyndall (Wärme als Art der Bewegung pag. 607) die einer reinen Hydrooxygenflamme und beträgt +8061° C. Die Temperatur der positiven Kohle einer elektrischen Bogenlampe beträgt nach Rosetti höchstens 3900° C.

Temperaturänderungen erzielen wir an einem Körper meist durch Berührung dieses Körpers mit einem anderen, dessen Temperatur eine andere ist, z. B. einer Flamme. Bei genügend langer Berührung wirken beide Körper so auf einander ein, dass ihre Temperatur dieselbe wird. Wir pflegen zu sagen, dem kälteren Körper werde Wärme zugeführt, dem wärmeren werde solche entzogen, ohne über das Wesen der Wärme zu entscheiden.

Specifische Wärme. Die Beobachtung lehrt, dass eine gewisse Masse Wasser durch einen Bunsenbrenner eine gewisse Zeit hindurch erwärmt, eine andere Temperaturänderung erfährt als eine gleiche Masse Quecksilber ebenso lange durch denselben Brenner erwärmt. Wird verschiedene Strahlung vermieden, so bedarf ein Kg. Wasser circa 30mal so lange Zeit als 1 Kg. Quecksilber zur Temperaturerhöhung um 1° C. Es muss somit dem Kg. Wasser ungefähr 30mal soviel Wärme zugeführt werden als dem Kg. Quecksilber behufs gleicher fühlbarer Wärmewirkung. Aehnliches findet sich bei anderen Körpern in Vergleich mit Wasser.

Die Wärmemenge nun, welche 1 Kg. einer Substanz zugeführt werden muss, damit deren Temperatur um 1° C. steigt, heisst die specifische Wärme dieser Substanz.

Die specifischen Wärmen einiger wichtiger Materialien sind nach Regnault:

	Spec. Wärme		Spec. Wärme		Spec. Wärme
Wismuth	0·03085	Eisen	0·11379	Benzin	0·3999
Blei	0·03140	Kalium	0·16956	Aether	0·5207
Quecksilber (starr)	0·03192	Silicium	0·17620	Essigsäure (kryst.)	0·4587
Platin	0·03243	Schwefel	0·17640	Atmosph. Luft	0·2378(C_p)
Gold	0·03244	Phosphor	0·18870	Sauerstoff	0·2175
Antimon	0·05077	Kohle (thier.)	0·26085	Stickstoff	0·2438
Zinn	0·05623	Natrium	0·29340	Wasserstoff	3·4090
Silber	0·05701	Wasser	1·0000	Kohlenoxyd	0·2479
Selen (met.)	0·07616	Terpentinöl	0·4140	Chlor	0·1214
Kupfer	0·09515	Quecksilber (flüss.)	0·3332	Kohlensäure	0·2164
Zink	0·09555	Alkohol	0·5987	Stickstoffoxydul	0·2238

Die spec. Wärme der Körper hat sich abhängig bewiesen von der Temperatur, so dass es streng genommen nicht gleichgiltig ist, ob der Körper 0° auf 1° oder von 20° auf 21° erwärmt wird. In letzterem Falle ist die aufzuwendende Wärme grösser als in ersterem. Bei festen Körpern und bei Gasen sind die Aenderungen gering; bei ersteren nur für sehr grosse Temperaturunterschiede, bei letzteren in der Nähe des Condensationspunktes zu beachten. Bei flüssigen Körpern sind sie schon innerhalb kleinerer Temperaturintervalle merklich.

Die spec. Wärme von Legirungen ist das Mittel der specifischen Wärmen der Bestandtheile. Diese Regel gilt aber nicht für Mischungen von Flüssigkeiten. Die spec. Wärme der Lösungen ist von deren Concentration abhängig.

Bei den Gasen ist zwischen specifischer Wärme bei constantem Druck und jener bei constantem Volumen zu unterscheiden. Da bei constantem Druck, also veränderlichem Volumen die zugeführte Wärme ausser den inneren Veränderungen auch noch die in der Ueberwindung des äusseren Druckes bestehende Arbeit zu leisten hat, so muss die spec. Wärme eines Gases bei constantem Druck C_p grösser sein als jene bei constantem Volumen C_v. Nach Wüllner ist $\frac{C_p}{C_v} = 1{\cdot}4053$ für atm. Luft von 0° C.

Dulong fand, dass für chemisch einfache Stoffe das Product aus spec. Wärme und Atomgewicht eine Constante $K = 6{\cdot}4$ ist. Dieses Product ist aber proportional der Wärmemenge, welche der Masse eines Atoms zugeführt werden muss, damit dessen Temperatur um 1° C. steige; es wird kurz Atomwärme genannt.

Die festen Atome aller Grundstoffe haben also dieselbe Atomwärme.

Nach Neumann sind auch die Atomwärmen aller aus einer gleichen Atomzahl $n_1 + n_2$ gebildeten Verbindungen constant u. z. $K' = (n_1 + n_2)\,K$.

Régnault fand, dass die spec. Wärme einfacher Gase unabhängig ist vom Druck, unter welchem sie stehen. Da bei gleichem Druck und gleicher Temperatur gleiche Volumina einfacher Gase, gleich viel Atome enthalten, so folgt aus den Beobachtungen Régnaults auch, dass die Atomwärme aller einfachen Gase gleich ist u. z. $= 3{\cdot}4$.

II. Volumsänderungen.

1. Lineare und cubische Ausdehnung der festen Körper. Mit der Aenderung der Temperatur (gemessen mittelst Luftthermometers, s. Art. Wärmemessung) eines stabförmigen Körpers von Θ^0 in t^0 tritt stets gleichzeitig eine Aenderung seiner Länge l_Θ in l_t auf, welche einerseits der ursprünglichen Länge l_Θ proportional ist — die Verlängerung ist ja die Summe der Verschiebungen je zweier Molekülschichten gegen einander — andererseits mit dem Betrage der Temperaturänderung zusammenhängt. Letzterer Zusammenhang ist nach den Ergebnissen der feinsten Messungen nicht eine einfache Proportionalität, weicht aber von dieser für Temperaturen zwischen 0° und 100° C. so wenig ab, dass für die Praxis die Regel gilt, die Längenänderungen sind den Temperaturänderungen proportional oder in Zeichen:

$$l_t - l_\Theta = (t - \Theta)\, l_\Theta\, \alpha \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

worin α die Längenänderung für einen Stab von 1 m Länge und eine Temperaturänderung von 1° C. bedeutet, welche Grösse der lineare Ausdehnungscoefficient des betreffenden Materials heisst.

Bei Körpern von anderer als der Stabform muss die Längenänderung nach jeder Richtung des Raumes berücksichtigt, also die Volumsänderung in Rechnung gezogen werden, für welche in erster Annäherung dieselben Regeln gelten. Es ist:

$$v_t - v_\Theta = (t - \Theta)\, v_\Theta \,.\, \varkappa \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

und $\varkappa$, d. i. die Volumsänderung für die Volumseinheit bei 1° C. Temperaturänderung, der cubische Ausdehnungscoefficient. $\varkappa$ ist nahe gleich 3α.

Die Gleichungen 1) und 2) dienen zur Berechnung der Länge, bezw. des Volumens bei einer anderen als der während der Messung herrschenden Temperatur. Sie geben sowohl, wenn es sich um eine Vergrösserung, als wenn es sich um eine Verkleinerung der Dimensionen handelt:

$$l_t = l_\Theta\,[1 + \alpha\,(t - \Theta)]\,;\; v_t = v_\Theta\,[1 + \varkappa\,(t - \Theta)].$$

Für $\Theta = 0$ wird einfacher:

$$l_t = l_0\ (1 + \alpha t) \qquad v_t = v_0\ (1 + \varkappa t),$$

welcher Formeln man sich bei praktischen Rechnungen gewöhnlich bedient.

Die Werthe von α, bez. $\varkappa$ für verschiedene Materialien findet man in Tabellen zusammengestellt; s. Art. Ausdehnung I pag. 246 ff.

Von einigem Interesse dürfte noch folgende Tabelle der linearen Ausdehnung zwischen 0° und 100° der chemisch reinen Metalle von Calvert sein:

Pt	0·0000068	*Au*	0·0000138	*Sn*	0·0000273
Sb	98	*Ag*	199	*Pb*	301
Bi	133	*Zn*	220	*Cd*	332

Ueber die Ausdehnung der Körper bei hohen Temperaturen, sowie über einige Ausnahmen von der Ausdehnungsregel s. Art. Ausdehnung pag. 247 und 248. Es mag nur noch des Kautschuks hier gedacht werden, der bei Erwärmung sich zusammenzieht, bei Abkühlung ausdehnt; ferner des Jodsilbers, welches gleichfalls sowohl amorph als krystallinisch beim Erwärmen eine Volumsverkleinerung erleidet.

Sind besonders genaue Rechnungen nothwendig, so muss man sich des Ausdehnungsgesetzes:

$$l_t = (1 + \alpha t + \beta t^2)\, l_0; \qquad v_t = (1 + \varkappa t + \lambda t^2)\, v_0$$

bedienen, für welches 0° C. die Ausgangstemperatur ist, und welches Tabellen erfordert, die α und β, bezw. $\varkappa$ und λ enthalten.

Die lineare Ausdehnung ist bei isotropen Substanzen nach allen Richtungen des Raumes die gleiche; anisotrope (krystallinische mit ungleichen Achsen) zeigen Ausdehnungen von verschiedenem Betrage nach verschiedenen Richtungen, eine Thatsache, die von rein wissenschaftlichem Interesse ist.

2. Wahre (absolute) und scheinbare cubische Ausdehnung der Flüssigkeiten. Bei Flüssigkeiten ist stets blos von der cubischen Ausdehnung oder allgemeiner von einer Volumsänderung die Rede. Da aber die Flüssigkeit immer in einem Gefäss aus festem Material sich befinden und also auch darin ihre Temperaturänderungen erfahren muss, so ist die beobachtete oder scheinbare Volumsänderung $\triangle v'$ stets die Differenz zwischen der wahren (absoluten) Volumsänderung $\triangle v$ der Flüssigkeit und der Volumsänderung des Gefässes ($\triangle v''$):

$$\triangle v' = \triangle v - \triangle v''$$

woraus folgt:

$$\triangle v = \triangle v' + \triangle v''$$

oder für die Volumseinheit und einen Grad Temperaturänderung:

$$\varkappa = \varkappa' - \varkappa''$$

wo $\varkappa$ der wahre, $\varkappa'$ der scheinbare Ausdehnungscoefficient der Flüssigkeit, $\varkappa''$ der cubische Ausdehnungscoefficient des Gefässes ist.

Die Volumsänderungen der Flüssigkeiten zeigen sich aber schon bei mittleren Temperaturen nicht proportional den Temperaturänderungen, so dass die Bestimmung eines Ausdehnungscoefficienten fast bei allen illusorisch ist. Bei Quecksilber kann für Intervalle von 50° C. die Proportionalität mit genügender Genauigkeit festgehalten werden; man bestimmt also mehrere Ausdehnungscoeffienten, je einen für jedes der Intervalle 0—50°, 50—100° etc. besonders. Bei anderen Flüssigkeiten muss geradezu für jede Temperatur das Volumen bestimmt werden. Tabellen über die Ausdehnung der Flüssigkeiten, sowie weitere hierher gehörige Andeutungen, s. Ausdehnung pag. 248—250.

3. Die wahre cubische Ausdehnung der Gase bei constantem Druck. Wie bei den Füssigkeiten ist auch bei den Gasen nur von cubischer Ausdehnung die Rede und wie dort ist wahre und scheinbare cubische Ausdehnung zu unterscheiden. Da aber das Volumen einer Gasmasse bei verschiedenem Drucke von aussen merklich verschieden ist, was bei festen und flüssigen Körpern nicht der Fall ist, so muss darauf geachtet werden, dass bei Bestimmung der Volumsänderungen der Gase infolge von Temperaturänderungen der Druck constant erhalten wird. Das Proportionalitätsgesetz $v_t = v_0\,(1 + \varkappa\, t)$ gilt für Gase innerhalb weiter Grenzen und die Verschiedenheit der Substanzen ist von geringem Einfluss. Die Versuche sind mühsamer und schwieriger als bei festen und flüssigen Körpern, die Resultate einfacher. Bezüglich letzterer s. Art. Ausdehung pag. 251.

4. Unmittelbare Folgen der Volumsänderungen bei Temperaturänderungen sind Dichteänderungen, bezw. Aenderungen des specifischen Gewichtes der Körper. Die Masse, also auch das Gewicht eines Körpers ändert sich ja nicht mit der Temperatur, wie tausende von physikalischen und chemischen Versuchen ergeben

haben; dieselbe Masse aber, in verschiedenen Räumen gleichmässig vertheilt, muss natürlich verschiedene Dichte zeigen. Dieser Thatsache muss bei Bestimmung von Dichten oder spec. Gewichten, ganz besonders bei Gasen Rechnung getragen werden. In der Regel gibt man von festen und flüssigen Körpern diese Grössen für die Temperatur von 4^0 C. (Dichtemaximum des Wassers), von Gasen für 0^0 C. an (bei letzteren kommt noch die Angabe des Drucks 760^{mm} dazu), s. die Artikel Aräometer, Ausdehnung, Dichte, Gewicht spec.

Weitere Folgen der Volumsänderungen bei Temperaturerhöhungen sind Kraftäusserungen der betreffenden Körper falls sie bei ihrer Ausdehnung auf ein Hindernis stossen. Man findet, dass z. B. für Eisen die auf 1 mm^2 Oberfläche entfallende Kraftäusserung bei einer Temperaturerhöhung um 1^0 C. 75 Atmosphären beträgt, bei Kupfer 66 Atmosphären. Für Wasser findet man bei Erhöhung der Temperatur

von 5 auf 6^0 0·4 Atm.
„ 15 „ 16 2·6 „
„ 29 „ 30 6·0 „

Die mechanische Arbeit, die durch diese Kraftäusserung geleistet wird, ist nicht sehr bedeutend, da der Weg, auf den hin das Hindernis, der Gegendruck, überwunden wird, d. i. die lineare Ausdehnung, nur gering ist. Das Eisen z. B. leistet unter oben angedeuteten Umständen nur 0·000275 *mkg.* (S. a. Art. Ausdehnung I pag. 245.)

Auch die Gase zeigen bei ganz oder theilweise verhinderter Ausdehnung eine gewisse Kraftäusserung. Ihre Spannkraft, d. i. der von ihnen bei jeder Temperatur auf 1 cm^2 ausgeübte Druck, nimmt nämlich bei Erhöhung der Temperatur zu, wenn die Volumsänderung ein Hindernis findet, und es haben sorgfältige Untersuchungen ergeben, dass bei constantem Volumen innerhalb der Grenzen des Mariotte'schen Gesetzes die Aenderung der Spannkraft eines Gases der Temperaturänderung proportional und die Aenderung der Einheit der Spannkraft für 1^0 C. Temperaturänderung, welche der Spannungscoefficient oder auch der Ausdehnungscoefficient bei constantem Volumen ($\varkappa'$) heisst, der Zahl nach gleich dem Ausdehnungscoefficienten bei constantem Druck ($\varkappa$) ist.

Es ist:

$$\frac{p_t - p_0}{p_0\,(t-\Theta)} = \varkappa' \qquad \text{oder} \qquad p_t = p_0\,[1 + \varkappa'\,(t-\Theta)]$$

oder für $\Theta = 0$
$$p_t = p_0\,(1 + \varkappa'\,t).$$

Letzteres gilt allerdings nicht für alle Gase. Für trockene atmosphärische Luft ist auf 5 Decimalen genau:

$$\varkappa' = \varkappa = 0{\cdot}00367 = \frac{1}{273}.$$

Ebenso kann in allen praktischen Rechnungen $\varkappa' = \varkappa = 0{\cdot}00367$ gesetzt werden für die Gase, welche sich nahe wie vollkommene Gase verhalten, d. i. für *H*, *O*, *N*, *NO*, *CO* und deren Mischungen.

Endlich wären als Folgen der Dichteänderungen bei Temperaturänderungen anzuführen die Strömungen in flüssigen und gasförmigen Körpern, deren man sich bei Warmwasser- und Luftheizungen bedient, die den Zug der Oefen und Schornsteine ausmachen (s. Art. Heizung) und die im Haushalte der Natur eine wichtige Rolle spielen (Vorgang beim Gefrieren des Wassers in Seen etc., Meeresströmungen, Winde).

III. Aenderungen des Aggregatzustandes.

1. Der Uebergang aus dem festen in den flüssigen Zustand und umgekehrt. *a*) Wie schon erwähnt, können die Körper durch dieselben Mittel, welche zunächst eine Temperaturänderung zur Folge haben, auch Aenderungen ihrer Aggregatform erleiden. Um die gemeinschaftliche Ursache dieser so verschiedenen Veränderungen ohne eine besondere theoretische Ansicht bezeichnen zu können, hat man ihr den Namen Wärme — genauer zugeführte oder entzogene Wärme — gegeben, den wir vorläufig auch in dieser Bedeutung benützen werden. Man sagt dann, die von der Flamme dem festen Körper zugeführte Wärme bewirke anfänglich die Temperaturerhöhung, dann den Uebergang in den flüssigen Zustand oder das Schmelzen.

Der einfachste Schmelzprocess geht so vor sich, dass bei stetig zugeführter Wärme die Temperatur des festen Körpers ebenfalls stetig bis zu einer für den betreffenden Körper charakteristischen Höhe — constante Schmelztemperatur oder Schmelzpunkt genannt — steigt, auf dieser Höhe verbleibt, während der feste Körper flüssig wird, und dann die Temperatur des flüssigen Körpers abermals stetig steigt. Der Fall ist aber factisch nur vorhanden bei chemisch

reinen Substanzen, die während des Schmelzens nicht in eine allotrope Form übergehen, wenn für gleichmässige Temperaturvertheilung und Vermeidung einer sog. Unterkühlung gesorgt wird. In diesem Falle verläuft auch der entgegengesetzte Process, das Erstarren, dem hier erwähnten symmetrisch (Erstarrungspunkt = Schmelzpunkt). Bei Körpern, welche vor dem Schmelzen weich werden, wie z. B. Harzen, Fetten etc. erfolgt dasselbe nicht bei constanter Temperatur, aber es zeigt doch das Wachsen der Temperatur innerhalb enger Grenzen ein Minimum; sie haben einen unconstanten Schmelzpunkt und in demselben Sinne einen unconstanten Erstarrungspunkt.

Manche Körper haben einen constanten Schmelzpunkt, lassen sich aber unter diese Temperatur abkühlen, ohne zu erstarren; sie heissen dann unterkühlt (auch überschmolzen) und erstarren dann auf einen äusseren Anstoss hin plötzlich (Wasser kann bis —10°, Schwefel bis 50°, unterschwefligsaures Natron bis auf 15° gebracht werden). Die Unterkühlung ist fast bei allen Flüssigkeiten möglich, namentlich wenn sie in geschlossenen Gefässen oder noch besser in einer anderen Flüssigkeit schwebend abgekühlt werden.

Die Schmelzpunkte müssen natürlich durch Versuche ermittelt und in Tabellen zusammengestellt werden. Man findet eine solche Tabelle im Art. Schmelzen Bd. VII pag. 722; auch über die Schmelzpunkte von Mischungen ist dort das Wichtigste mitgetheilt.

Wir fügen noch für einige als Leuchtstoffe verwendete Substanzen die Schmelzpunkte bei:

Mohnöl	— 3° C.	Rindstalg	40° C.	Margarinsäure	60° C.
Rüböl	+ 1 „	Wallrath	45 „	Bienenwachs	61·5 „
Olivenöl	+10 „	Spermaceti	47·7 „	Stearinsäure	75 „

Ferner von den tiefsten beobachteten Schmelzpunkten einige:

Alkohol	—130° C.	Kohlensäure	—58° C.
Stickstoffoxydul	—115 „	Schwefelkohlenstoff	—52 „
Schwefeläther	— 89·9 „	Salpetersäure (conc.)	—45·5 „
Ammoniak	— 75 „	Schwefelsäure „	—25 „

Von praktischer Wichtigkeit ist die Thatsache, dass Legirungen oft bedeutend niedrigere Schmelzpunkte haben als die sie bildenden Metalle.

So ist für die

	Zinn	Blei	Wismuth	Cadmium	Schmelzpunkt
Newton'sche Mischung	3 G.-Thl.	2 G.-Thl.	5 G.-Thl.	—	+100° C.
Darcet'sche „	3 „	5 „	8 „	—	100 „
Rose'sches Metall	3 „	8 „	8 „	—	95 „
Wood'sche Mischung	2 „	4 „	7 „	1 G.-Thl.	70 „

Die Schmelzpunkte von *Sn*, *Pb*, *Bi*, *Cd* sind hingegen bezüglich 235°, 334°, 267°, 315°. Solche Metallgemische sind daher als Schnellothe verwendbar. (S. Löthen V pag. 654.)

Die Schmelztemperaturen (und Erstarrungstemperaturen) sind merklich abhängig von dem Drucke, unter welchem der betreffende Körper steht, und zwar sind sie bei höherem Drucke höher bei den Körpern, die sich beim Schmelzen ausdehnen (s. pag. 164), niedriger bei denen, die sich zusammenziehen.

Wie die Schmelztemperatur von dem Drucke abhängt, unter welchem der Körper zum Schmelzen gebracht wird, mag folgende kleine Tabelle nach Hopkins zeigen:

Druck in Atm.	Wallrath	Wachs	Schwefel	Stearin
1	51° C.	64·5° C.	107·0° C.	72·5° C.
519	60 „	74·5 „	135·2 „	73·6 „
792	80·2 „	80·2 „	140·5 „	79·2 „

Eis wird bei —18° C. unter einem Druck von circa 13000 Atmosphären flüssig.

Bezüglich des Verhaltens der Lösungen bei verschiedenen Temperaturen (Sättigungs-, Erstarrungstemperatur) s. Lösung V pag. 651.

b) Während des Schmelzens tritt eine Aenderung des Volumens der Körper ein, welche oft sehr bedeutend ist und natürlich auch eine entsprechende Dichteänderung im Gefolge hat; während des Erstarrens hat die entgegengesetzte Volumänderung statt. Ein Gesetz für diese Volumänderungen ist nicht bekannt; dieselben sind bei manchen Körpern Volumvergrösserungen, bei anderen Volumverkleinerungen.

Beim Erstarren vergrössern ihr Volumen: Wasser (100 cm^3 Wasser geben 91·78 cm^3 Eis), Gusseisen, Kupfer, Phosphor, Wismuth (besonders Schwefelwismuth); hingegen verkleinern es: Zink, Zinn, Blei, Schwefel, Oele, Fette, Wachs. Bei den erstgenannten Substanzen schwimmen die festen Stücke auf der flüssigen Masse, bei den letztgenannten liegen sie auf dem Boden des Schmelztiegels.

c) Die Kraft, mit welcher ein eventueller Widerstand gegen diese Volumsänderungen überwunden wird, ist sehr bedeutend; bei Wasser z. B. 1990 Atmosphären auf 1 cm^2.

d) Da während des Schmelzens — s. pag. 162 *a*) — die Temperatur des Körpers trotz stetiger Wärmezufuhr nicht steigt, so muss man schliessen, dass die Wirkung der während der Zeit der constanten Temperatur zugeführten Wärme lediglich das Schmelzen ist, oder dass die zugeführte Wärme zum Schmelzen verbraucht werde. Was die Wärme ist, kommt hiebei gar nicht in Betracht. Es erleichtert aber das Verständnis der in Rede stehenden Vorgänge wesentlich, wenn man nach den Anschauungen der mechanischen Wärmetheorie sich vorstellt, dass die von der Wärmequelle auf den schmelzenden Körper übertragene molekulare Bewegungsenergie nur gegen die Cohäsion Arbeit (Schmelzarbeit) leistet, während sonst zu dieser Arbeit (Ausdehnungsarbeit) noch eine Verstärkung der molekularen Bewegung des erhitzten Körpers (Temperaturerhöhung) kommt.

Insofern nun die auf die Schmelzarbeit verwendete Wärme dem Gefühle, bezw. Thermometer sich nicht merklich macht, wurde sie eine gebundene (latente) Wärme genannt.

Dass der Betrag an Arbeit zur Ueberwindung der Cohäsion für verschiedene Körper verschieden sein müsse, wird man schon aus dem Umstande schliessen, dass der Grad der Cohäsion der Körper ein sehr verschiedener ist. In der That zeigt auch die Erfahrung, dass verschiedene Wärmemengen aufgewendet werden müssen, um gleiche Massen verschiedener Substanz zu schmelzen.

Die zum Schmelzen von je 1 *kg* einer Substanz erforderliche Wärme heisst Schmelzwärme.

Man kommt durch diese Thatsachen zu der Vorstellung einer Wärmemenge und in die Nothwendigkeit, Wärmemengen zu vergleichen und zu messen. Wie das geschieht s. Wärmemessung. Hier muss nur angeführt werden, dass als Einheit für solche Messungen die Wärmemenge gewählt wird, welche einem *kg* Wasser zugeführt werden muss, damit seine Temperatur von 0 auf 1^0 steige. Diese Wärmemenge heisst eine Wärmeeinheit oder Calorie (Cal). Um für kleine Wärmemengen nicht Bruchzahlen zu erhalten, hat man noch eine zweite kleinere Wärmeeinheit im Gebrauch, die sog. kleine oder Grammcalorie (Cal.), es ist das die Wärmemenge, welche 1 *g* Wasser zur Temperaturerhöhung von 0 auf 1^0 C. erfordert. Offenbar ist eine Calorie gleich 1000 Grammcalorien.

Während des Erstarrens eines Körpers zeigt sich bei stetiger Wärmeentziehung wieder Constanz der Temperatur. Die entzogene Wärme muss also nicht ein Theil der fühlbaren Wärme des Körpers, sondern muss, während des Erstarrungsprocesses erzeugt, durch Umwandlung der Energie der Lage der Moleküle in Bewegungsenergie entstanden — oder, wie man früher sagte, frei werdende (latente) Wärme — sein. Man nennt die von je 1 *kg* der Substanz erzeugte Wärme Erstarrungswärme des Körpers; sie ist gleich der Schmelzwärme desselben Körpers in den Fällen, wo Schmelz- und Erstarrungstemperatur gleich sind.

Die Schmelzwärme der wichtigsten Substanzen s. Schmelzen VII pag. 720.

e) Folgen des Wärmeverbrauchs beim Schmelzen sind die Erscheinungen an Kältemischungen, s. Kältemischung IV pag. 571.

2. Der Uebergang aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand und umgekehrt. *a*) Das Verdunsten. Eine grosse Reihe von Flüssigkeiten, wie Wasser, Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff etc. gehen unter dem Drucke der Atmosphäre bei jeder Temperatur in den gasförmigen Zustand über, allerdings nur an ihrer freien Oberfläche. Man sagt, sie verdunsten.

Die Masse, welche in einer bestimmten Zeit verdunstet, ist desto grösser, je höher die Temperatur, je grösser die freie Oberfläche, je kleiner der auf der freien Oberfläche lastende Druck ist und hängt von der materiellen Beschaffenheit der Flüssigkeit ab (sie beträgt mehr bei Aether als bei Alkohol oder gar bei Wasser unter sonst gleichen Umständen).

Beim Verdunsten wird Wärme verbraucht, was sich dadurch zu erkennen gibt, dass die verdunstende Flüssigkeit, sowie deren Umgebung eine Temperaturerniedrigung zeigt. Je rascher die Verdunstung, desto rascher der Wärmeverbrauch und daher desto bedeutender die Temperaturerniedrigung. Ueber die Anwendung dieser Thatsache zur künstlichen Eiserzeugung s. Eisapparate II pag. 745; bezüglich der Psychrometer s. Hygrometer IV pag. 462.

Wichtig ist die Kenntnis des Verhaltens des bei der Verdunstung entstehenden gasförmigen Körpers, des Dunstes oder Dampfes. Werden die Dämpfe, welche sich aus der Flüssigkeit entwickeln, über der Flüssigkeit aufgefangen — am besten, indem die Flüssigkeit in das Vacuum einer Barometerröhre, wie nebenstehende Fig. 5207 zeigt, aufsteigen gelassen wird, wobei man die Wirkungen der Dämpfe von denen der Luft sondert — so zeigt sich, dass 1. sich unter den gegebenen Verhältnissen nur eine ganz bestimmte Menge Dampf oberhalb der Flüssigkeit bildet (die Flüssigkeitsschichte bleibt ganz unverändert); 2. diese Dampfmasse einen gewissen Druck auf die Seitenwände des Gefässes und das abschliessende Quecksilber ausübt, welcher bei obiger Anordnung durch die Grösse der Senkung der Quecksilbersäule gemessen werden kann. Wird statt des Apparates, Fig. 5207, der aus Fig. 5208 ersichtliche angewendet, so zeigt sich weiter dass bei tieferem Einsenken der Röhre *s* in das Gefäss *r r*, wobei der Raum für den Dampf kleiner wird, ein Theil des Dampfes wieder flüssig wird, bei weniger tiefem Einsenken hingegen mehr Dampf sich bildet. In dem Raum oberhalb *s* bildet sich, so lange noch Flüssigkeit vorhanden ist, stets soviel Dampf als möglich; der Raum ober *s* ist stets mit Dampf „gesättigt". Die Höhe der Quecksilbersäule *n s* aber bleibt bei allen Stellungen der Glasröhre gleich, d. h. der Dampf hat immer dieselbe Spannkraft. Eine Verkleinerung des Volumens hat eine theilweise Condensation, nicht eine Vergrösserung der Dichte und der Spannkraft des Dampfes zur Folge. Bei anderer Temperatur zeigt sich dasselbe Verhalten des Dampfes, nur ist die Quecksilbersäule *n s* bei höherer Temperatur grösser, bei niedrigerer kleiner. Dichte und Spannkraft des Dampfes haben also in diesem Falle immer den grössten Werth, den sie bei der herrschenden Temperatur erreichen können. Solcher Dampf heisst ein für diese Temperatur gesättigter Dampf.

Fig. 5208.

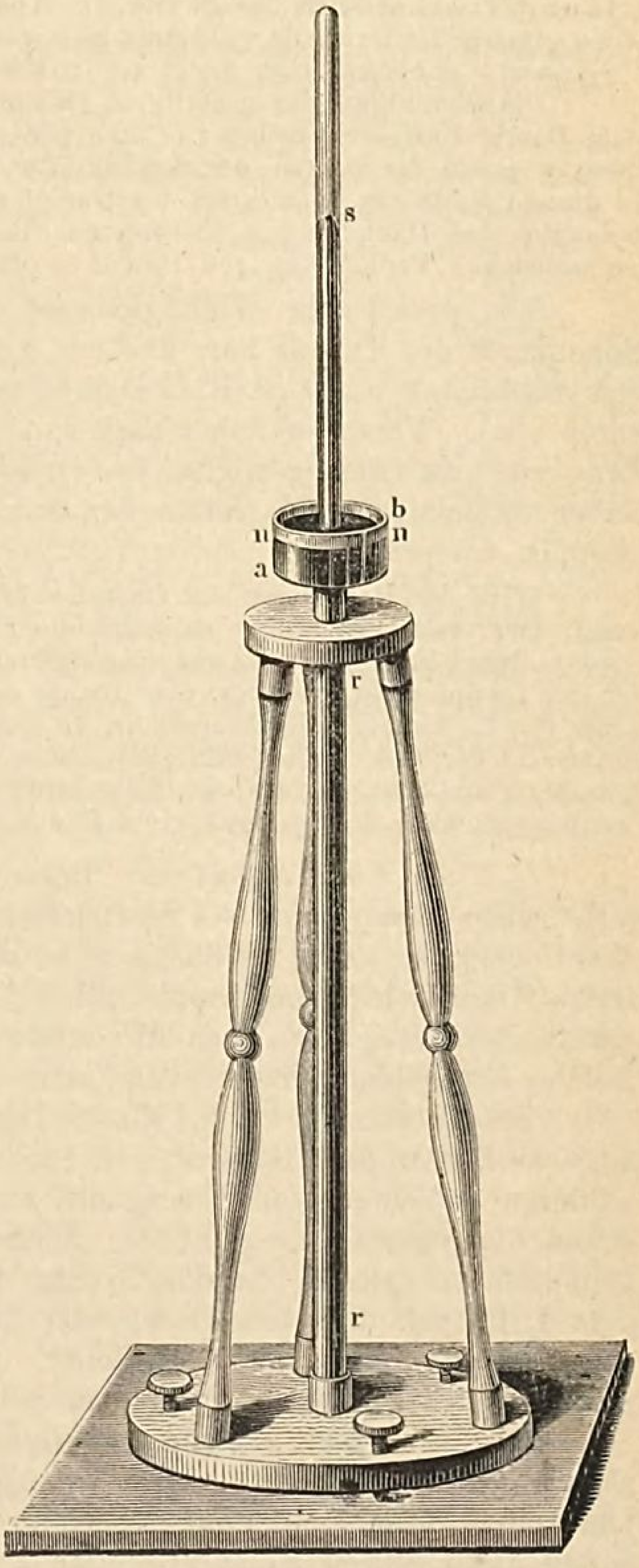
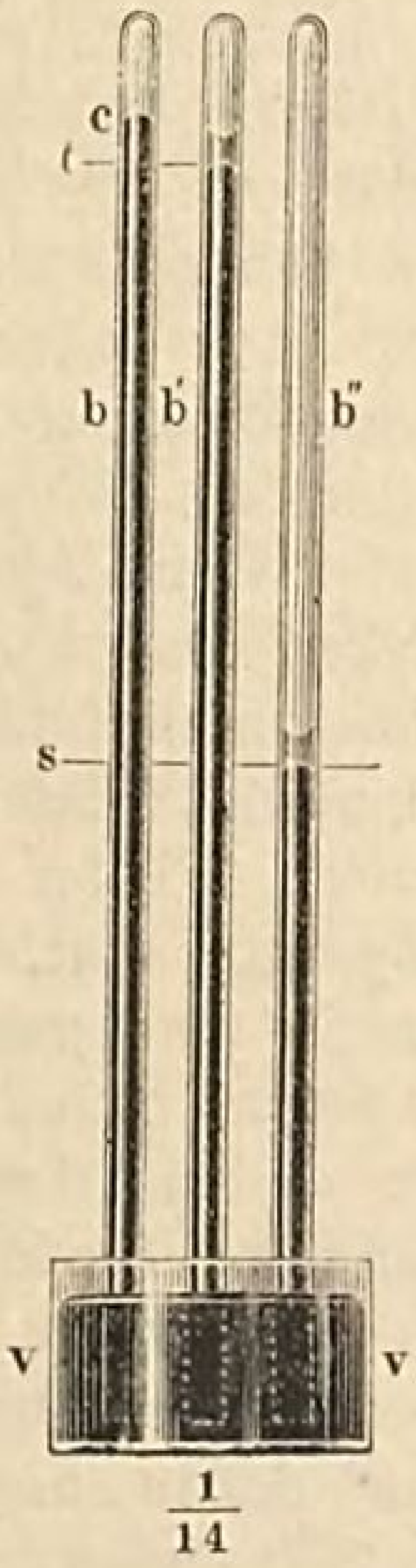


Fig. 5207.



Dichte und Spannkraft eines gesättigten Dampfes ist somit nur von dessen Temperatur abhängig. Das Gesetz dieser Abhängigkeit ist noch nicht bekannt. Von den vielen empirischen Formeln für die Spannkraft (E) der gesättigten Dämpfe scheint die einfachste und dabei genaueste zu sein:

$$lg\,E = a + b\,\alpha^{\tau}$$

worin für

	a	b	α	τ
Wasser	5·4233177	—5·4642763		$t + 20^0$
Alkohol	5·5431975	—5·0194510		„
Aether	5·1783777	—3·3401585		„
Schwefelkohlenstoff	5·0330157	—3·3581546	0·9931	„
Quecksilber	6·0617954	—7·7607654		t
Kohlensäure	6·1737956	—2·0729820		$t + 26^0$

Gewöhnlich werden Tabellen zur Auffindung von E für gegebene Temperaturen benützt. S. eine solche im Artikel Dampf Bd. II, eine andere im Art. Hygrometer Bd. IV. Ausführlichere Tabellen und solche auch für andere als Wasserdämpfe findet man in Müller Pfaundler's Lehrbuch der Physik, in Moussons Phys. auf Grundlage und Erfahrung etc. Auch graphischer Darstellungen kann man sich bedienen; eine solche im grossen Masstabe hat Régnault publicirt, man findet sie in Müller-Pfaundlers Lehrb. d. Phys. reproducirt.

Die Spannkraft des gesättigten Dampfes ist dieselbe, auch wenn in dem Raume neben dem Dampf Luft sich befindet. Nach Dalton ist in diesem Falle die Spannkraft des Gemenges gleich der Summe der Spannkräfte der Luft und des Dampfes, nach Régnault ist in diesem Falle die Spannkraft des Dampfes etwas kleiner. Bei Wasserdampf ist die Differenz belanglos, bei Dämpfen aus flüchtigeren Flüssigkeiten erheblicher; die Ursache liegt in einer verschiedenen Verdichtung von Dampf an den Gefässwänden.

Von praktischer Wichtigkeit ist noch die Beantwortung der Frage, welche Spannkraft der Dampf hat, der in ungleich erwärmten, communicirenden Räumen sich ausbreiten muss (z. B. in Dampfkessel und Manometer, in Kessel und Condensator etc.). Versuche haben ergeben, dass in diesem Falle die Dämpfe, nachdem sie in's Gleichgewicht des Druckes gekommen sind, diejenige Spannkraft haben, welche dem Maximum der Spannkraft für die Temperatur des kälteren Raumes entspricht.

Wird der Raum, den ein Dampf einnimmt, der nicht mit der Flüssigkeit in Verbindung steht, vergrössert, so nimmt natürlich die Dichte des Dampfes ab, die Expansivkraft auch; in den Raum kann noch Dampf hineingebracht werden, ohne dass Condensation eintritt, er ist mit Dampf nicht gesättigt. Der Dampf hat nicht das Maximum seiner Dichte und Spannkraft für die herrschende Temperatur, er heisst ungesättigt, auch überhitzt und befolgt (ausser in der Nähe seines Sättigungszustandes) das Mariotte'sche Gesetz wie ein sog. Gas. Für die Praxiss haben fast nur die gesättigten Dämpfe Bedeutung; von den nicht gesättigten hat hauptsächlich die Meteorologie Notiz zu nehmen, s. Art. Hygrometer Bd. IV.

b) Das Verdampfen. Bei einer höheren für jede Flüssigkeit charakteristischen Temperatur — Siedetemperatur oder Siedepunkt — erfolgt der Uebergang aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand nicht bloss an der freien Oberfläche, sondern in allen Theilen des Innern der Flüssigkeit. Dabei geräth die Flüssigkeit durch die aufsteigenden Dampfblasen in wallende Bewegung, welche Erscheinung das Sieden (auch Kochen) der Flüssigkeit genannt wird.

Bei Erwärmung einer Flüssigkeit von unten bilden sich zuerst Dampfblasen an dem Boden des Gefässes. Diese werden im Aufsteigen kleiner, da sie in den kühleren Schichten der Flüssigkeit theilweise wieder condensiren. Sobald hingegen die ganze Flüssigkeit die Siedetemperatur hat, werden die aufsteigenden Dampfblasen grösser, da der Druck, dem sie unterworfen sind, und der sich aus dem Luftdruck und dem Druck, der über ihnen befindlichen Flüssigkeitssäule zusammensetzt, nach oben abnimmt. Die ersten Dampfblasen verursachen das Singen der Flüssigkeit, das dem vollständigen Sieden unmittelbar vorangeht.

Der Siedepunkt einer Flüssigkeit ist ausser von ihrer materiellen Beschaffenheit auch sehr merklich abhängig von dem Drucke, welcher auf ihr lastet. Die Dampfblasen enthalten der Natur der Sache nach gesättigten Dampf, und sollen diese Blasen an die Oberfläche der Flüssigkeit gelangen, so muss offenbar deren Spannkraft etwas grösser sein als der äussere Druck, da sie sonst nach früherem (sub *a*) theilweise oder ganz condensiren, statt aus der Flüssigkeit zu treten. Der Siedepunkt ist daher auch zu definiren, als jene Temperatur,

bei welcher die Spannkraft des gesättigten Dampfes gleich ist dem äusseren Druck. Der normale Siedepunkt einer Flüssigkeit ist dann die Temperatur, bei welcher dieselbe unter dem normalen Druck einer Atmosphäre (Barometerstand von 760^{mm}) siedet.

Demnach ändert sich der Siedepunkt einer Flüssigkeit an demselben Orte der Erdoberfläche mit dem Barometerstande, er ist für höher gelegene Orte niedriger als für niedriger gelegene (auf dem Montblanc 4772^{m} z. B. für Wasser 84^0 C.); in dampfdicht geschlossenen Gefässen, Dampftöpfen oder Digestoren und Dampfkesseln kann infolge der Erhöhung des Druckes der gesättigten Dämpfe über der Flüssigkeit durch weitgehende Erwärmung der Siedepunkt wesentlich erhöht werden. S. Tab. im Art. Abdampfen I pag. 7, Dampf II pag. 506. Bezüglich der Einrichtung und Anwendung des Digestors oder Papin'schen Topfes, s. Digestor II pag. 628.

Die Siedetemperaturen für verschiedene häufig gebrauchte Flüssigkeiten bei normalem Druck (760^{mm}) sind:

Aether	34·87° C.	Salpetersäure wasserfr. . . .	45—50° C.
Alkohol abs.	78·4	„ I. Hydrat . . .	86
Ameisensäure	100·0	„ mit 68 Proc. .	120
Ammoniak wasserfr.	—38·5	Schwefelkohlenstoff	47
Anilin	182	Schwefelsäure wasserfr. . . .	46
Benzol	80·4	„ Monohydrat .	317·35
Chloroform	60·5	„ Bihydrat . . .	228·10
Essigsäure	117·3	„ Trihydrat . .	178·72
Kohlensäure	—80	Schweflige Säure	—10·08
Quecksilber	358·5	Terpentinöl	157

Die Siedepunkte bei gegebenem Druck entnimmt man aus den Tabellen für die Spannkraft gesättigter Dämpfe (Art. Dampf, Hygrometer).

Aufgelöste Substanzen erhöhen den Siedepunkt der Flüssigkeiten; der Dampf über der Flüssigkeit hat aber genau die Siedetemperatur der reinen Flüssigkeit, was für die Thermometrie wichtig ist (s. Wärmemessung).

In manchen Fällen tritt das Sieden nicht bei der Temperatur ein, bei welcher der Dampf den äusseren Druck zu überwinden vermag, sondern erst bei einer merklich höheren. In Gefässen von Glas oder Porzellen, ferner umgeben von einer anderen Flüssigkeit tritt ein solcher Siedeverzug ein. Umgeben von einer Dampfhülle kommt die Flüssigkeit gar nicht zum Sieden (Leidenfrost'sches Phänomen). Diese Erscheinungen sind bei Siedepunktsbestimmungen zu beachten, sie wurden ferner als Ursachen von manchen Dampfkesselexplosionen angesehen, s. Dampfkessel II pag. 551, Siedeverzug VIII pag. 235.

Ueber das Sieden gemischter Flüssigkeiten s. Destillation II pag. 611.

Aus der Constanz der Siedetemperatur bei stetiger Wärmezufuhr, sowie aus der schon erwähnten beobachtbaren Abkühlung der Umgebung einer verdunstenden Flüssigkeit muss geschlossen werden, dass bei dem Uebergange des flüssigen Körpers in den gasförmigen Zustand Wärme verbraucht wird. Diese Wärme ist wieder eine nicht fühlbare, auf die Arbeit der Ueberwindung des letzten Restes der Cohäsion aufgehende, eine latente oder gebundene, wie die beim Schmelzen verbrauchte.

Die Wärmemenge, welche nothwendig ist, damit 1 *kg* Flüssigkeit von der Temperatur ihres Siedepunktes in Dampf von derselben Temperatur überführt werde, heisst Verdampfungswärme (r). Sie zerfällt in die innere (ϱ) und äussere (ψ) Verdampfungswärme, d. i. in die lediglich zur Aenderung des Aggregatzustandes erforderliche und die zur Ueberwindung des äusseren Druckes bei der Volumsvergrösserung aufzuwendende Wärmemenge.

Unter Gesammtwärme des Dampfes (λ) ist zu verstehen die Wärmemenge, welche dem *kg* der Flüssigkeit zugeführt werden muss, damit ihre Temperatur von 0^0 bis zum Siedepunkte steige (Flüssigkeitswärme q), mehr der Verdampfungswärme r. Dampfwärme (i) ist $q + \varrho$.

Praktisch wichtig ist die Kenntnis der Verdampfungswärme r der Flüssigkeiten. Sie ist nach Favre und Silbermann für

Wassser	537 Cal.
Alkohol	208 „
Aether	91 „
Terpentinöl	69 „

Die grosse zum Verdampfen nöthige Wärmemenge wird der Flüssigkeit bei gewöhnlichem Vorgange aus einer entsprechenden Wärmequelle zugeführt. Wird hingegen das Sieden eingeleitet durch Hinwegschaffung des äusseren (Luft-) Druckes, z. B. unter Wirkung einer Luftpumpe, so wird die Wärme der Flüssigkeit selbst entzogen und diese wird merklich abgekühlt. Dieser Vorgang findet Anwendung bei der künstlichen Eiserzeugung, s. Eisapparate II pag. 745.

c) Das Condensiren (Verflüssigung, Liquefaction). Der Uebergang eines gasförmigen Körpers in den flüssigen Aggregatzustand kann unter verschiedenen Umständen erfolgen. Zunächst kann gesättigter Dampf bei constantem Druck (auf isodynamische Weise) durch Temperaturerniedrigung, dann kann gesättigter Dampf bei constanter Temperatur (auf isothermische Weise) durch Druckvermehrung flüssig werden. Ungesättigter Dampf muss zuerst durch Abkühlung oder Compression oder beide Mittel zugleich in gesättigten verwandelt und dann, wie oben angedeutet, verflüssigt werden.

Die Ueberführung des ungesättigten Zustandes in den gesättigten ist nun für manche Gase mit Schwierigkeiten verbunden, deren man erst in neuester Zeit (1878) völlig Herr geworden ist.

Es hat sich zunächst ergeben, dass es für jedes Gas eine Temperatur gibt, oberhalb welcher keine Druckvermehrung ausreicht, um den Sättigungszustand herbeizuführen.

Diese sog. kritische Temperatur ist z. B. für

Kohlensäure	30·92° C.	Alkohol	234·3° C.
Schwefelkohlenstoff . .	276·1	Sauerstoff	—105·4
Aether	196·2	Wasserstoff	—174·2
Schweflige Säure . . .	155·4	Stickstoff	—123·8
Chlorkohlenstoff . . .	292·5	athm. Luft	—158
Aceton	246·1		

Diese Temperaturen können auch als die absoluten Siedepunkte der Flüssigkeiten d. h. als jene Temperaturen bezeichnet werden, bei welchen unter jedem Drucke die Flüssigkeit in den gasförmigen Zustand übergeht. (Nach Mendelejeff wird bei dieser Temperatur die Capillarität gleich Null.)

Erst nachdem diese Thatsachen bekannt geworden waren, gelang es O, N, H, atmosphärische Luft zu verflüssigen. Es bedurfte bei —130° C., bezw. —140° C. eines Druckes von 500 bis 600 Atmosphären.

Bei der Condensation wird Wärme erzeugt. Die pro *kg* gemeinte Condensationswärme ist der Verdampfungswärme (r) gleich. Sie wird zu Heizzwecken verwendet. Dampfheizung (s. Heizung), sie ist ferner die Ursache, dass die sog. Drosselung des Dampfes denselben trocken macht (s. Art. Dampf). In neuerer Zeit hat man die Condensationswärme verwendet, um sog. feuerlose Locomotiven zu construiren (s. Art. Tramwaylocomotiven).

IV. Aenderungen der chemischen Constitution in Folge Wärmezu- oder -abfuhr.

Bei stetiger Wärmezufuhr kann ein fester Körper flüssig, der flüssige gasförmig werden, der gasförmige aber kann, falls er nicht zu den chemischen Grundstoffen gehört, in seine chemischen Bestandtheile zerlegt oder, wie man sagt, zersetzt werden. Im denkbar einfachsten Falle geschieht das in ganz ähnlicher Weise wie das Schmelzen und Verdampfen; es erfolgt nämlich die Zersetzung bei einer für die materielle Beschaffenheit des Körpers charakteristischen Temperatur (Θ), der Zersetzungstemperatur, welche trotz stetiger Wärmezufuhr während des ganzen Zersetzungsprocesses constant ist; die während dieser Zeit zugeführte Wärme wird lediglich zum Zerreissen der Molekeln verwendet (ist eine latente Wärme) und heisst auf eine bestimmte Masse, hier gewöhnlich die Masse einer Molekel, bezogen, die Zersetzungswärme. Bei Abkühlung der Zersetzungsproducte tritt bei der Temperatur Θ, diesmal Verbindungstemperatur genannt, die chemische Verbindung derselben ein unter Erzeugung (Freiwerden) einer gewissen Wärmemenge, der Verbindungswärme.

In Wirklichkeit erfolgt der angedeutete Process fast nie. Es tritt vielmehr 1. bei einer Temperatur Θ_1 eine theilweise (partielle) Zersetzung, Dissociation genannt, ein, anfangs langsam, dann rascher, endlich wieder langsamer vor sich gehend, wobei die Temperatur bis Θ_2 steigt, bei welcher die Zersetzung vollendet ist. 2. Die Zersetzung bildet nicht immer das letzte Glied in der Kette der Veränderungen; es tritt daher zumeist während der Zersetzung auch eine Aenderung des Aggregatzustandes auf, namentlich ein Uebergang aus dem flüssigen in den gasförmigen Zustand. 3. Es können mehrere chemische Processe gleichzeitig vor sich gehen, wie z. B. in den Fällen doppelter Wahlverwandtschaft, so dass nicht eine, sondern eine algebraische Summe von Zersetzungs- und Verbindungswärmen (Wärmetönung) zutage tritt. Es ist infolge dieser Complicationen nicht immer möglich eine bestimmte Verbindungs- oder Zersetzungswärme zu ermitteln, meistens muss sie auf Grund mehrfacher Versuchsresultate und gewisser theoretischer Grundsätze erst errechnet werden. Mit dieser Aufgabe beschäftigt sich ein neuer Zweig der Wärmelehre, die Thermochemie (s. d.).

Direct lassen sich nur wenige Verbindungswärmen bestimmen. Durchgeführt ist diese Bestimmung mehrfach bei der Bildung des Wasserdampfes (H_2O) aus seinen Bestandtheilen (über die Methode, s. Wärmemessung); nach Thomsen ist die bei Bildung des Moleculargewichtes, d. h. 18 g H_2O erzeugte Wärme 68357 Grammcalorien, ferner bei Bildung von Chlorwasserstoff, wobei der Bildung von 36·5 g HCl eine Wärmeproduction von 23684 W.-E. entspricht; bei Bildung von 64 g schwefliger Säure entstehen 71070 W.-E.; bei Bildung von 44 g Kohlensäure 93600 W.-E.; in Zeichen:

$$(H_2, O) = 68357 \text{ cal.}$$
$$(H, Cl) = 23684 \text{ „}$$
$$(S, O_2) = 71070 \text{ „}$$
$$(C, O_2) = 93600 \text{ „}$$

Bei der indirecten Bestimmung von Verbindungswärmen muss stets von dem erfahrungsmässig bestätigten Satz Gebrauch gemacht werden, dass, gleichgiltig, durch welche Zwischenprocesse eine Verbindung aus anderen entstanden ist, die algebraische Summe aller Wärmetönungen gleich bleibt u. zw. gleich derjenigen der directen Verbindung; in Zeichen:

$$(A, B, C) = (A, B) + (A B, C) = (A, C) + (A C, B),$$

woraus z. B. für die Bestimmung der Bildungswärme der Verbindung $A\,B$ aus ihren Elementen folgt:

$$(A, B) = (A, C) + (A C, B) - (A B, C),$$

eine Gleichung, die manchmal öfter nach einander angewendet werden muss, so dass endlich rechts vom Gleichheitszeichen lauter direct oder indirect schon bestimmte Wärmemengen zu stehen kommen.

Ist eine Verbindung im Wasser löslich (absorbirbar), so muss zwischen der Bildungswärme der gasförmigen und flüssigen Substanz unterschieden werden; letztere ist um die Absorptionswärme grösser als die erstere. Es ist z. B.

M	(ClH)	(BrH)	(JH)	(SH_2)	(NH_3)
(M, H)	22001	8440	—6036	4512	26707
(MH, Aq)*)	17314	19936	+19207	4754	8435
(M, H, Aq)	39315	28376	13171	9266	35142

Geht ein chemischer Process in einer tropfbaren Flüssigkeit vor sich, so ist zu beachten die Neutralisationswärme, d. i. die Wärme, welche entwickelt wird, bei Verbindung einer gelösten Säure mit einer gelösten Basis, z. B. H_2SO_4 und CuO; die Mischungswärme, d. i. die Wärme, welche bei der Mischung chemisch nicht auf einander wirkender Flüssigkeiten auftritt (z. B. Wasser und Alkohol); die Verdünnungswärme, d. i. die Wärme, welche bei Verdünnung gelöster Säuren, Basen oder Salze auftritt, z. B. Verdünnung der H_2SO_4 mit Wasser. Analog spricht man von Lösungs-, Substitutions-, Umsetzungs-, Absorptionswärme.

Gegenwärtig liegen schon ungeheuer viele Bestimmungen solcher Wärmemengen vor, bezüglich derer hier auf Handbücher und Fachwerke verwiesen werden muss. S. Müller-Pfaundler II 2, Mousson Physik II, Rühlmann Handbuch II, Landolt und Börnstein phys. chem. Tabellen. — Thomsen thermochemische Untersuchungen, Berthelot's Abhandlungen in Compt. rend., Berichte in Wiedem. Beiblättern.

Die wichtigsten Verbindungswärmen sind die Wärmemengen, welche auftreten bei Verbindung des Sauerstoffes mit anderen Körpern, bezw. dessen Trennung von ihnen, allgemein Oxydations-, resp. Reductionswärmen genannt.

Findet die Verbindung von Sauerstoff mit den betreffenden Körpern bei so hoher Temperatur statt, dass es auch zu einer Lichtentwicklung kommt, so heist dieser Process Verbrennungsprocess.**) Derselbe geht bei einer von der Beschaffenheit des Körpers und von der

*) d. h. die Wärme, die bei der Verbindung von MH und Wasser (Aq), d. i. bei der Absorption von MH in Wasser auftritt.

**) Man spricht im allgemeineren Sinne auch von einer Verbrennung des Antimons in Chlor etc., so dass unter Verbrennungsprocess jeder bei höherer Temperatur unter Lichtentwicklung vor sich gehende chemische Process zu verstehen ist. Wir beschränken uns oben auf die Verbrennung im engeren Sinn.

Dichte des Sauerstoffes abhängigen Temperatur vor sich, welche **Verbrennungstemperatur** heisst; die dabei entwickelte Wärme heisst **Verbrennungswärme**.

Feste Körper verbrennen zunächst an der Oberfläche, sie **glühen**, wobei nicht Funkensprühen nebenher geht; bei gasförmigen Körpern erstreckt sich die Verbrennung und das Glühen weiter ins Innere der Masse hinein, sie bilden eine Flamme (s. Flamme).

Die experimentelle Feststellung der Temperatur, welche bei der Verbrennung verschiedener Körper herrscht, ist mit Schwierigkeiten verbunden, deren man auf mancherlei Wege Herr zu werden versucht hat (s. Pyrometer). **Bequerel** fand als Temperaturen in einer kleinen Oel- oder Weingeistflamme auf experimentellem Wege

an der oberen Grenze des blauen Kelches 1350° C.
in der leuchtenden Hülle 1080 „
im inneren dunklen Raum 780 „

Berechnet kann diese Temperatur werden aus der Verbrennungswärme, den specifischen Wärmen und den Massen der Verbrennungsproducte.

Bei der Verbrennung von 1 *g* Wasserstoff mit 8 *g* Sauerstoff z. B. entwickeln sich 29040 Grammcalorien. Die spec. Wärme des Wasserdampfes ist 0·4805, d. h. 0·4805 Grammcalorien sind erforderlich, um 1 *g* Wasserdampf um 1° C. zu erwärmen. $9 \times 0{\cdot}4805 = 4{\cdot}3245$ werden somit zur Erhöhung der Temperatur von 9 *g* H_2O um 1° C. und $4{\cdot}3245\ T$ cal. zu deren Erhöhung um T^0 erforderlich sein. Hat nun die entwickelte Wärme nichts zu leisten als diese Temperaturerhöhung, so muss

$$4{\cdot}3245\ T = 29040$$

und somit

$$T = \frac{29040}{4{\cdot}3245} = 6715^0\ C.$$

sein.

Bei Verbrennung von Wasserstoff in Luft müsen ausser den 9 *g* H_2O auch noch 26·8 *g* N erwärmt werden, dessen spec. W. 0·2438 ist. Die Rechnung wird also folgende sein:

$$26{\cdot}8 \times 0{\cdot}2438\ T + 9 \times 0{\cdot}4805\ T = 29040$$

$$T = \frac{29040}{26{\cdot}8 \times 0{\cdot}2438 + 9 \times 0{\cdot}4805} = 2534^0\ C.$$

Diese Rechnungen ergeben zu hohe Temperaturen, da eine Erhitzung des Wasserdampfes bis zu solchen Temperaturen nicht ohne Dissotiation erfolgen kann, und zu dieser Wirkung Wärme verbraucht wird. Die Rechnungen nehmen ferner nicht Rücksicht auf die Geschwindigkeit der Verbrennung, welche auf die erreichbare Verbrennungstemperatur gleichfalls von grossem Einflusse ist. Je rascher die Verbrennung, desto höher die Temperatur.

Bunsen fand unter Einhaltung der richtigen Gewichtsverhältnisse und Beachtung aller einschlägigen Verhältnisse:

bei Verbindung von Wasserstoff mit Sauerstoff die Verbrennungstemperatur 2843° C.
„ „ „ „ „ atmosph. Luft „ „ 2024 „
„ „ „ Kohlenoxyd „ Sauerstoff „ „ 3033 „
„ „ „ „ „ atm. Luft „ „ 1997 „

Während hier immer die theoretisch nothwendige Masse der sich verbindenden Stoffe der Rechnung zu Grunde gelegt wurde, wird in der Technik stets unter Voraussetzung einer Zufuhr des Doppelten der nothwendigen Luftmenge gerechnet. Man nennt dort diese Verbrennungswärme auch Heizkraft des betreffenden Materials (s. Art. Heizung).

Ueber die Bestimmung der Verbrennungswärmen ist im Art. Wärmemessung das Nothwendige zu finden.

Diese sowohl als die Verbrennungstemperaturen für die im Grossen in Verwendung stehenden Brennstoffe mögen aus folgender Tabelle entnommen werden:

Material (1 Gramm)	Verbrennungswärme in Grammcal.	Verbrennungstemperatur in Grad C.	
		mit der nothwendigen Luftmenge	mit dem Doppelten der nothw. Luftmenge
Kohle	8080	2729	1445
Koks	6868	2393	1341
Holz (bei 120° getrocknet)	3616	2494	1291
Holz gewöhnliches 20 Proc. Wasser	2756	1913	1102

Vgl. auch Art. Brennstoffe II pag. 15.

V. Die Beziehungen zwischen Wärme und Capillarität haben nur wissenschaftliches Interesse; es mag hier daher genügen, was pag. 168 *c*) schon gesagt wurde.

VI. Wärmeleitung. Unter Leitung der Wärme verstehen wir die Erscheinung, dass ein Körper, mit einem anderen von höherer Temperatur, z. B. einer Flamme, in Berührung gebracht, zuerst an den Berührungsstellen, nach und nach aber auch in den diesen Stellen ferneren Partien Temperaturerhöhung zeigt. Die Erscheinung ist nicht einfach. Es muss zunächst der Uebergang der Wärme von der Wärmequelle (Flamme) an den betrachteten Körper, die sog. äussere Leitung, und das Vorschreiten der Wärme im Innern des erwärmten Körpers selbst, die innere Leitung, unterschieden werden.

Die Wärmemenge h, welche bei Berührung zweier verschieden warmer Körper pro 1 cm^2 Berührungsfläche in 1 min. für je 1° C. Temperaturunterschied vom wärmeren Körper zum kälteren übergeht, ist ein Mass für das äussere Wärmeleitungsvermögen der beiden Körper gegen einander.

Die Wärmemenge k hingegen, welche in je 1 min. durch 1 cm^2 des Querschnittes desselben Körpers (Stabes) hindurchgeht, wenn je zwei um 1 cm abstehende Querschnitte 1° C. Temperaturdifferenz zeigen würden, ist das Mass für das innere Wärmeleitungsvermögen des betreffenden Körpers.

Nach letzterem Masse ist in Grammcalorien das k für:

Silber	83	Blei	7
Kupfer	61	Platin	7
Gold	44	Neusilber	5·3
Messing	20	Rose's Legirung	2·3
Zink	16	Wismuth	1·5
Zinn	12	Marmor	1·90
Eisen	10	Porzellan	0·99
Stahl	10	Glas	0·25

Interessant ist die Beobachtung, dass bezüglich des Leitungsvermögens für Wärme und jenes für Elektricität die Metalle genau dieselbe Reihe bilden.

Für grössere Einheiten behufs Anwendung in der Praxis bestimmte Péclet das k für:

Retortenkohle	4·960	Kautschuk	0·170	Baumwolle	0·040
Marmor	3·130	Guttapercha	0·172	Baumwollenzeug	0·050
Kalkstein	1·823	Kleister	0·425	Wolle	0·044
Gyps	0·430	Glas	0·815	Flaum	0·039
Gebrannte Erde	0·600			Leinenzeug	0·052
		Quarzsand	0·270	Papier	0·043
Tannenholz parall.	0·170	Gestossene Ziegel	0·152		
„ senkr.	0·093	Kreidepulver	0·094		
Eichenholz senkr.	0·211	Holzasche	0·066		
Kork	0·143	Eisenfarbe	0·158		

welche Zahlen die Kilogrammcalorien bedeuten, welche pro Stunde bei 1° C. Temperaturdifferenz für 1 m Dicke durch je 1 m^2 gehen.

Diese Bestimmungen beziehen sich alle auf denjenigen Zustand der betreffenden Körper, welcher erst einige Zeit nach dem Beginne der Wärmeleitung sich einstellt und von da ab unverändert bleibt, den sog. stationären Zustand. In diesem Zustande ist die Temperatur jeder Schichte des Körpers constant und abhängig von deren Lage im Körper.

So ist z. B. in dem Falle, dass ein langer dünner Stab (so lang, dass sein Ende keine merkliche Temperaturerhöhung zeigt, so dünn, dass die Temperatur innerhalb jedes ganzen Querschnittes gleich angenommen werden darf) an einem Ende erhitzt wird,

$$t = t_0 \; e^{-x} \sqrt{\frac{u\,h}{q\,k}},$$

wenn t den Temperaturüberschuss über die Umgebung im Abstande x vom erwärmten Ende,
t_0 „ „ „ „ „ am erwärmten Ende selbst;
u den Umfang, q den Querschnitt des Stabes; h das äussere, k das innere Leitungsvermögen bedeutet.

Die oft schwierige Integration von Differentialgleichungen ergibt für den stationären Zustand für diverse specielle Fälle ähnliche Lösungen.

Einer der praktisch wichtigsten Fälle ist der Durchgang der Wärme durch eine Wand. *a*) Bei schlechtleitender dicker Wand (Dicke = $D\,m$) ist annäherungs-

weise die per Stunde durch $F\,m^2$ gehende Wärmemenge (nach Eintritt des stationären Zustandes):

$$Q = \frac{k}{D} \cdot F \cdot (t - t')$$

wo t und t' die Temperaturen zu beiden Seiten der Wand bedeuten; k ist aus der Péclet'schen Tabelle zu entnehmen (Wärmestrom durch eine Mauer).

β) Bei dünner Wand aus gutleitendem Material ist

$$Q = \frac{h\,h'}{h + h'} \cdot F \cdot (t - t'),$$

wobei h das äussere Wärmeleitungsvermögen an der Eintritts-, h' dasselbe an der Austrittsstelle des Wärmestromes ist. Es ergibt sich die Wärme Q unabhängig von Dicke und Leitungsvermögen der Wand, wie man aus Erfahrungen an Kesseln in der That weiss.

γ) Ist im Falle β) h gross gegen h', so ist

$$Q = h' \cdot F \cdot (t - t'),$$

was dem Falle einer Kesselwand entspricht, die einerseits mit bewegter Flüssigkeit, andererseits mit Luft in Berührung steht.

Bevor der stationäre Zustand eintritt, befinden sich aber die Körper in einem veränderlichen Zustand; die Temperatur jeder Schichte ändert sich und es schreitet insbesondere eine bestimmte Temperatur allmälig von den der Wärmequelle nächstliegenden zu den ihr ferner liegenden Partien des Leiters vorwärts.

Die Wärme, welche fortgeleitet wird, wird zur Temperaturerhöhung der leitenden Masse, aber auch zu anderen Arbeiten — inneren Verschiebungen, Auseinandertreiben der Moleküle — verwendet. Körper, welche nun viel von der weitergeleiteten Wärme zu letzterem Zwecke bedürfen — es sind das Körper von grosser specifischer Wärme — werden ein langsameres Fortschreiten einer bestimmten Temperatur zeigen, wenn sie auch bessere Wärmeleiter in dem Sinne der Grösse k sind.

So wird z. B. ein Wismuthstab viel rascher heiss als ein Eisenstab, obwohl Eisen der bessere Wärmeleiter ist (s. Tab. für k); es ist eben die spec. Wärme des Wismuths nur 0·0308 Cal., die des Eisens hingegen 0·1138 Cal. Raschere Temperaturerhöhung und bessere Wärmeleitung ist also zweierlei. Es kommt noch dazu, dass der stärker ausstrahlende Körper auch langsamere Temperaturerhöhung zeigen wird, so dass die Raschheit der Erwärmung nicht als Mass für die Leitungsfähigkeit dienen kann.

Wenn man im Allgemeinen von guten und schlechten Wärmeleitern spricht, beachtet man diesen Unterschied nicht. Man zählt zu den guten Leitern die Metalle, zu den schlechten Holz, Stein, Kreide, feuerfesten Thon, Siegellack, Sohlenleder, Wachs, Leim, Guttapercha, Kautschuk, Muskelfaser, Wolle, Federn, Haare, gepulverte Körper, Asche, Sägespäne, Stroh u. s. w.

Die Punkte gleicher Temperatur liegen während dieses Fortschreitens der Wärme in jedem Augenblick in einer isothermen Fläche (bei Platten kann man von einer isothermen Linie sprechen).

Die Beobachtung hat ergeben, dass in Krystallen die Geschwindigkeit des Vorwärtsschreitens einer bestimmten Temperatur (z. B. der Schmelztemperatur des Wachses, mit welchem der Versuchskörper überzogen ist) nach den verschiedenen Richtungen verschieden, die isothermische Linie also nicht ein Kreis um die Erwärmungsstelle herum ist.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wärme in Hölzern hat sich nach verschiedenen Richtungen verschieden ergeben, u. z. viel grösser in der Richtung der Fasern als senkrecht dazu; Baumrinde leitet noch schlechter als das Holz in der Richtung seiner geringsten Leitungsfähigkeit.

Wegen der auftretenden Strömungen kommt die Erscheinung der Leitung der Wärme in Flüssigkeiten fast nie in Betracht; die Wärme verbreitet sich gewöhnlich durch Fortführung der erwärmten und Vermischung dieser mit den kälteren Massen der Flüssigkeit. Durch Versuche, bei welchen man die

Entstehung von Strömungen verhindert hat, ist constatirt worden, dass alle Flüssigkeiten ausser Quecksilber schlechte Leiter der Wärme sind.

Dasselbe gilt von den Gasen. Wasserstoffgas hat sich als das bestleitende Gas erwiesen, es leitet 7mal so gut als Luft. Für Luft ist nach Stefan

$$k = 0{\cdot}003348.$$

Die Luft leitet also 18000mal schlechter als Kupfer.

Das geringe Leitungsvermögen der Luft macht organische Gewebe, Pelzwerk, poröse Körper etc. zu guten Isolatoren und zu vielen praktischen Zwecken tauglich (Kleidung, Benützung von Asche, Sägespänen etc.). Auch bei der Anordnung von Doppelfenstern und Doppelthüren kommt das geringe Leitungsvermögen abgeschlossener Luftmassen, in denen Strömungen sich nicht merklich machen, zur Benützung.

Ueberhaupt werden schlechte Wärmeleiter vielfach angewendet, einerseits um die Abkühlung eines Körpers zu verzögern (Kleidungsstücke, Verkleidung von Dampfkesseln, Dampfleitungsröhren, Verschalung von Brunnen im Winter u. s. w.), andererseits um zu grosse Erhitzung des betreffenden Körpers zu vermeiden (Handgriffe der Schürhaken, Verkleidung feuerfester Cassen etc.).

Interessant sind aber auch die Fälle, wo gute Leiter eine zu grosse Wärmeansammlung verhindern. Ein Cylinder, zur Hälfte aus Holz, zur Hälfte aus Messing, ist fest mit Papier überzogen; wird derselbe über eine Flamme gehalten und so gewendet, dass dieselbe ihn überall gleichmässig bestreicht, so sieht man alsbald, dass das Papier zur Hälfte verkohlt, während die andere Hälfte weiss bleibt. Die das Holz bedeckende Hälfte ist die verkohlte; das Holz leitet eben die Wärme nicht genügend vom Papiere weiter und dieses erreicht die Entzündungstemperatur. — Wichtiger ist das Verhalten von Drahtnetzen. Bringt man ein solches über einen offenen Gasbrenner, so verbreitet sich das Gas unter- und durch die Maschen hindurch auch oberhalb des Netzes; zündet man das ober dem Netz befindliche Gas an, so zeigt sich die Flamme nur oberhalb des Netzes, die Entzündung schreitet nicht durch dasselbe hindurch. Die Wärme geht zunächst nur schwer von den leicht beweglichen Gas- auf die schwerer beweglichen Eisentheilchen über, die übergangene wird ferner nach allen Seiten von der Flamme weggeleitet und strahlt von grosser Oberfläche weg, und so erreicht das Gas unterhalb des Netzes äusserst langsam seine Entzündungstemperatur. Diese Thatsache hat zur Construction der Sicherheitslampen für Bergwerke geführt (S. Bergbau I pag. 416).

VII. Ueber den Zusammenhang zwischen den optischen, magnetischen, elektrischen Eigenschaften eines Körpers und seinem Wärmezustand, s. Licht Magnetismus, Elektricität. Die hierher gehörigen Erfahrungen haben zumeist rein wissenschaftlichen Werth.

VIII. Wärmestrahlung.

Der Uebergang der Wärme von einem Körper zu einem anderen kann auch unter Vermittlung des Lichtäthers nach zweimaliger Energietransformation erfolgen, wie oben (pag. 158) erwähnt worden ist. Dieser Vorgang heisst die Wärmestrahlung.

1. Die Ausstrahlung oder Emission einer Wärmequelle. Die heftig bewegten Körpertheilchen setzen den Aether der Umgebung in Bewegung. Diese Bewegung, welche genau von derselben Art ist wie jene, welche den Lichterscheinungen zu Grunde liegt, breitet sich dann in der Weise der Lichtbewegung aus. Die Wärmemenge, welche in der Zeiteinheit von einer Flächeneinheit ausgestrahlt wird, ist von der Beschaffenheit der Oberfläche, von der Neigung der ausgesendeten Strahlen gegen das ausstrahlende Flächenelement, von der Temperatur des ausstrahlenden Körpers abhängig.

Blanke Oberflächen strahlen weniger Wärme aus als rauhe; die Auflockerung der strahlenden Theile scheint die Ursache der vermehrten Strahlung bei letzteren zu sein. Eine dünne, oberflächliche Schichte, z. B. aus Firniss, kann durchstrahlt werden, so dass die beobachtete Ausstrahlung sich dann aus zwei Ausstrahlungen zusammensetzt.

Die Ausstrahlung nimmt mit dem Sinus der Neigung ab, mit der Temperatur des ausstrahlenden Körpers zu.

Infolge der Ausstrahlung wird ein Körper, in welchem nicht fortwährend, wie etwa bei einer Flamme, Wärme erzeugt wird, allmälig kälter. Die Temperaturerniedrigung erfolgt an-

fangs rascher, dann langsamer und folgt innerhalb der Grenzen gewöhnlicher praktischer Anwendung (bei kleinen Temperaturdifferenzen zwischen Körper und Umgebung) nach dem Erkaltungsgesetz Newtons:

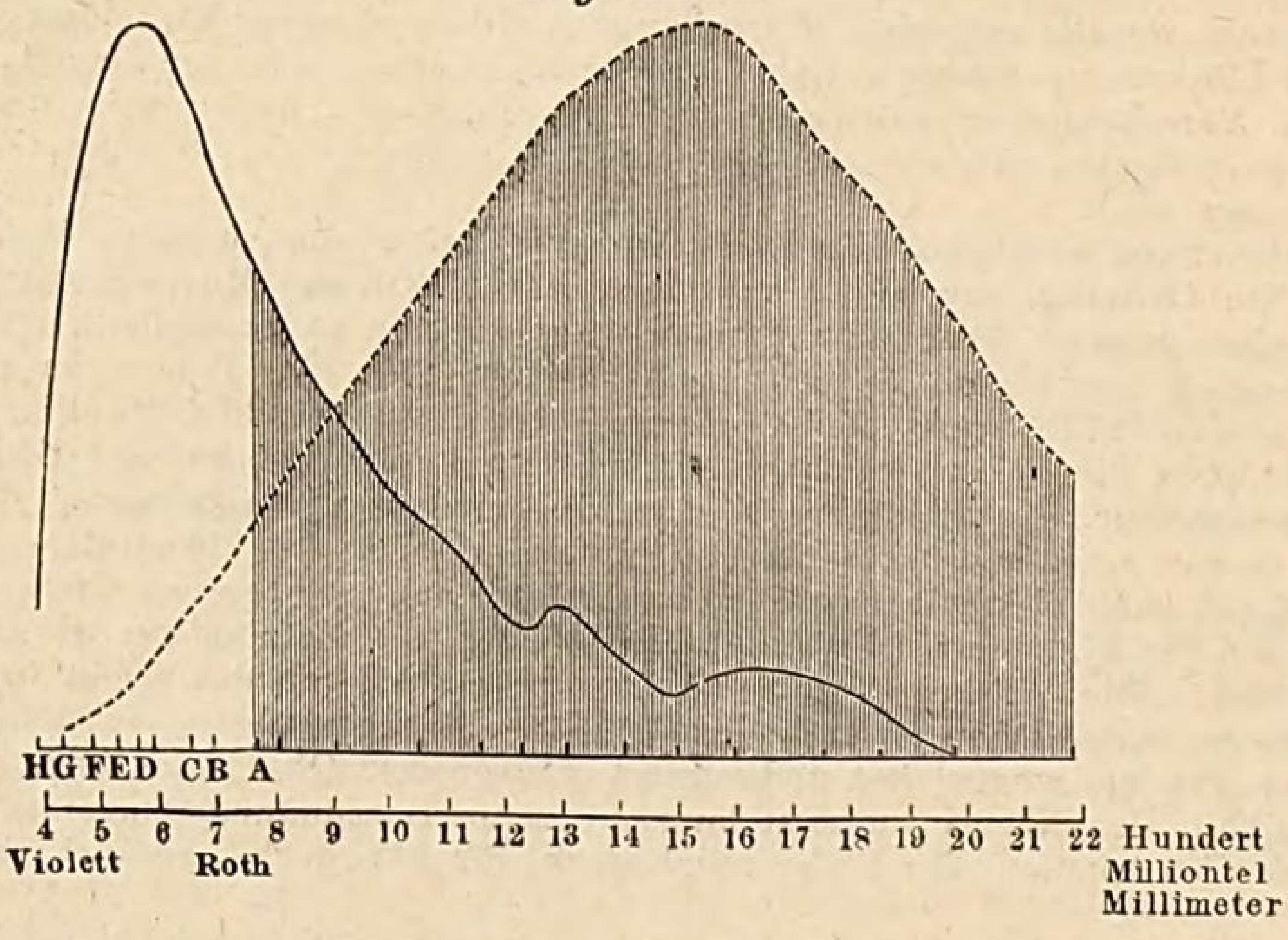
$$\tau = \tau' . e^{-hz},$$

wenn τ den Ueberschuss der Temperatur des Körpers über seine Umgebung, z die Anzahl der Secunden, die von dem Augenblick an verflossen sind, da τ' der Temperaturüberschuss war, h einen für jede Substanz constanten Coefficienten bedeutet; $e = 2{\cdot}718282$. In anderer Form lautet dasselbe Gesetz:

$$z = \frac{m}{h} . \, log. \, nat. \, g \frac{\tau'}{\tau} \qquad m = 2{\cdot}302505.$$

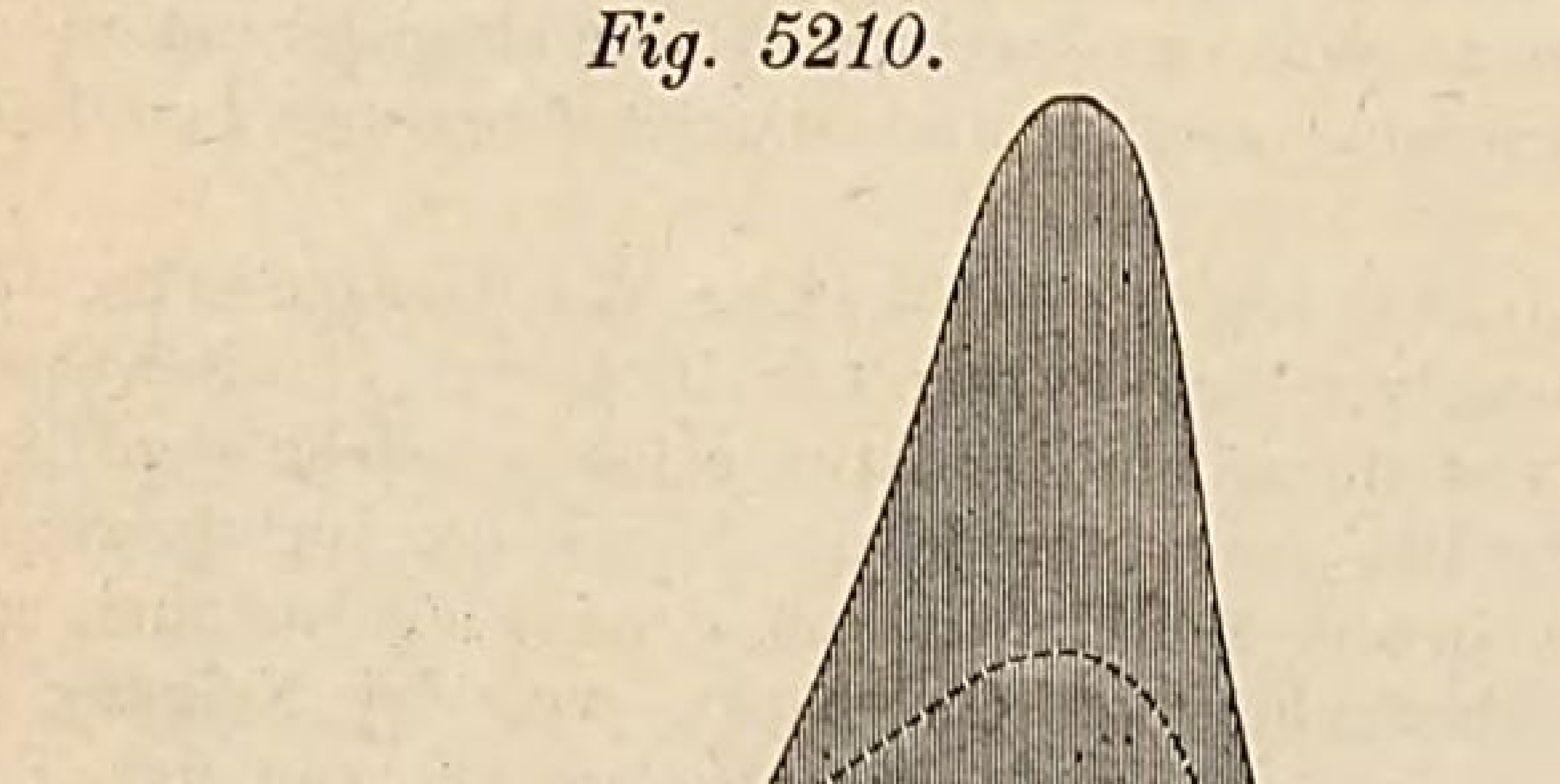
2. Die Strahlung selbst (strahlende Wärme genannt). Die Aetherbewegung, welche durch einen warmen Körper erregt wird, und sobald sie auf

Fig. 5209.



einen anderen Körper trifft, wieder in Wärme sich umsetzt, ist wie die Lichtbewegung des Aethers eine schwingende, ja sie ist zum Theil ganz genau dieselbe. Denn die Untersuchung des Spectrums glühender Körper ergibt, dass z. B. dieselben Vibrationen, welche auf der Netzhaut des Auges die Empfindung des Roth hervorrufen, auf ein Thermometer erwärmend wirken. Auch die rascheren Vibrationen, welche gelbes, grünes, blaues Licht verursachen, zeigen noch, wenn auch geringere Wärmewirkungen. Mouton fand die durch folgendes Diagramm (Figur 5209) dargestellte Wärmevertheilung im Sonnenspectrum (ganz ausgezogene Curve) und im Spectrum eines glühenden Platins (gestrichelte Curve).

Fig. 5210.



Es zeigt sich, dass im ersteren alle Vibrationen, die Licht verursachen, auch Wärme erregen. Es zeigt sich aber auch, dass noch ein breiter Theil an den sichtbaren Strahlenfächer sich auf der Seite des Roth anschliesst, in welchem beträchtliche Wärmewirkung, aber keine Lichtentwicklung mehr beobachtet wird. Aehnliches zeigt auch das Spectrum des elektrischen Bogenlichtes (Fig. 5210, ausgezogene Curve).

Da dieser blos wärmende Theil (dunkle Wärmestrahlen) der ganzen Strahlung im Spectrum vor dem Roth sich zeigt, hat man ihn den vorrothen, ultrarothen (auch infrarothen) Theil des Spectrums genannt.

Die angeführten und anderen Beobachtungen am Spectrum, ferner die nachgewiesene Thatsache, dass diese vorrothen Strahlen ebenso wie die leuchtenden polarisirt werden können (Melloni, Knoblauch), dass sie Interferenzerscheinungen zeigen (Knoblauch), dass sie nach den Gesetzen der Lichtstrahlen reflectirt, gebrochen werden etc., zeigen die vollkommene Identität von Licht- und Wärmestrahlen.

Sonach gilt auch für die ausgestrahlte Wärme u. a. das Gesetz, dass deren Intensität mit dem Quadrate des Abstandes zwischen Wärmequelle und bestrahlter Fläche abnimmt.

Ferner ist danach leicht einzusehen, dass verschiedene Wärmequellen Wärme ausstrahlen, welche in sehr verschiedener Weise aus verschiedenen Wärmefarben (d. h. Vibrationen verschiedener Tempos oder verschiedener Wellenlänge) zusammengesetzt ist. (Analogon zu zusammengesetztem Licht, s. Licht V pag. 516.)

Unter 100° C. ist erfahrungsgemäss die Mannigfaltigkeit der „Wärmefarben“ klein, die Wärme der meisten Körper ist bei dieser Temperatur einfach und gleichartig. Bei hohen Temperaturen dagegen ist die Mannigfaltigkeit der Ausstrahlung gross und für verschiedene Wärmequellen verschieden, so z. B. in abnehmendem Masse bei einem Argandbrenner, rothglühendem Platin, einer Alkoholflamme. Bei Beurtheilung der Wirkung eines ausstrahlenden Körpers ist darauf zu achten.

3. Die Absorption. Wenn ein Körper von Wärmestrahlen getroffen wird, so werden seine Theilchen durch einen Theil der anlangenden Aetherwellen zu heftigerer Bewegung angetrieben; man sagt, er absorbire einen Theil der ihn treffenden Wärme. Ein anderer Theil der Aetherwellen breitet sich durch den die Poren des Körpers erfüllenden Aether hindurch ungehindert aus, er durchstrahlt den Körper; ein dritter Theil wird schon an der Körperoberfläche reflectirt. Hier soll vorläufig nur von dem absorbirten Antheil der zugestrahlten Wärme die Rede sein, welcher sich durch die Temperaturerhöhung des getroffenen Körpers etc. kundgibt.

Ein Körper, der alle auf ihn gestrahlte Wärme absorbirt, erscheint vollkommen wärmeundurchlässig (atherman), sowie ein Körper, der alles auffallende Licht absorbirt, undurchsichtig ist. Ein Körper hingegen, der gar keine Wärme absorbiren würde, wäre vollkommen durchlässig oder diatherman (analog: durchsichtig oder diaphan).

Der wichtigste athermane Körper ist der Kienruss, von dem gefunden wurde, dass er in der That vollkommen atherman ist, d. h. alle Sorten der Wärmestrahlung im gleichen Masse absorbirt.

Im Gegensatz zu diesem Körper ist das Steinsalz jene Substanz, die alle zugestrahlte Wärme in gleichem Masse durchlässt, es ist vollkommen diatherman. Die übrigen Körper absorbiren die zugestrahlte Wärme nur theilweise u. z. verschiedene Sorten (Wärme von verschiedener Schwingungszahl oder verschiedener Wärmefarbe) in verschiedenem Grade. So absorbirt z. B. Glas viel dunkle (vorrothe) Strahlen, Alaun noch mehr von diesen; eine Lösung von Jod in Schwefelkohlenstoff hingegen absorbirt nur leuchtende Strahlen. Diese Körper heissen wärmefarbig oder thermochroisch. Die Metalle gehören zu den athermanen Körpern.

Um den Grad der Diathermansie eines Körpers anzugeben, bestimmt man, wie viel Procent der aufgefallenen Wärme jenseits der absorbirenden Schichte sich wiederfinden. Tyndall fand für eine Schichte von

2·6 *mm*		9·36 *mm*	
Steinsalz	92·3 Proc.	Schwefelkohlenstoff	63 Proc.
Glas	39 „	Terpentinöl	31 „
Alaun	9 „	Schwefeläther	21 „
Eis	6 „	Alkohol abs.	15 „
		Wasser destillirt	11 „

Je dünner die Schichte, desto mehr Wärme wird durchgelassen, u. z. bei

Spiegelglas von	8·272 *mm* Dicke	54·9 Proc.	Rüböl von	108·279 *mm* Dicke	22·4 Proc.
	6·202 „ „	55·8 „		71·209 „ „	25·5 „
	4·136 „ „	57·6 „		54·139 „ „	27·0 „
	2·068 „ „	61·9 „		27·069 „ „	29·4 „

Bei Hinzufügung neuer Schichten lassen die folgenden immer mehr von der sie treffenden Wärme durch als die vorhergehenden, was sich erklären lässt durch eine Art Läuterung der auffallenden Strahlen in den ersten Schichten.

Lässt man von verschiedenen Wärmequellen denselben Körper bestrahlen, so zeigt sich, dass ebenfalls verschieden viel Procente der Wärme durchgehen; die Thatsache ist ebenfalls durch die auswählende Wirkung des bestrahlten Körpers zu erklären.

Die Absorption der einfachen Gase ist gering (0·33 Proc. der auffallenden Strahlung) und für alle merklich gleich. Zusammengesetzte Gase und Dämpfe absorbiren mehr Wärme, besonders Wasserdampf. Die Absorption der Gase wächst mit deren Dichte.

4. Die Diffusion der Wärme. Die Wärme, welche weder absorbirt noch durchgelassen wird, wird von der Oberfläche des bestrahlten Körpers reflectirt. Die Reflexion erfolgt von glatten Flächen regelmässig, genau nach den Gesetzen der Reflexion des Lichtes, von rauhen Flächen unregelmässig, d. h. nach allen möglichen Richtungen, man sagt, wie beim Lichte, die Wärme werde diffundirt oder zerstreut; ein Körper zerstreut nur Wärme solcher Farbe, die er nicht absorbirt; die zerstreute Wärme ist also im allgemeinen von anderer Zusammensetzung, als die auffallende war.

5. Die Abkühlung eines im lufterfüllten Raume befindlichen warmen Körpers. Hierbei wirken drei verschiedene Ursachen: die Strahlung, die Leitung an die und in der umgebenden Luft, die Fortführung der Wärme durch die infolge ungleicher Erwärmung bewegte Luft. Man hat den Einfluss jeder dieser Ursachen für sich zu erforschen gesucht und ist zu ziemlich complicirten, für die Praxis wenig geeigneten Ausdrücken gelangt.

Am brauchbarsten sind die Formeln von Péclet, welcher die Wärme, die ein auf t^0 C. gehaltener Körper in 1 Stunde verliert, wenn er in einem Raume von 12° C. frei auskühlt, angibt zu:

$$Q = g\,(0·9556 + 0·0037\,t)\,\tau\,(1 + 0·0056\,\tau) + h\,(1 + 0·0037\,t)\,\tau \text{ Cal.},$$

worin $\tau = t - 12$ ist, g für:

Silber	0·13	Glas	2·91	Holz	3·60
Weissblech	0·15	Guss, neu	3·17	Sand	3·62
Kupfer	0·16	Eisenblech, oxyd.	3·36	Baumwollenzeug	3·65
Zinn	0·215	Guss, oxyd.	3·36	Oelfarbe	3·71
Messing	0·24	Kohlenstaub	3·42	Seidenzeug	3·71
Zink	0·24	Bausteine	3·60	Wasser	5·31

h für:

eine ebene Wand $1·764 + \frac{0·636}{\sqrt{H}}$

einen horizontalen Cylinder $2·058 + \frac{0·0382}{R}$

einen verticalen Cylinder $\left(0·726 + \frac{0·0345}{\sqrt{R}}\right)\left(2·43 + \frac{0·8758}{\sqrt{H}}\right)$

eine Kugel $1·778 + \frac{0·13}{R}$.

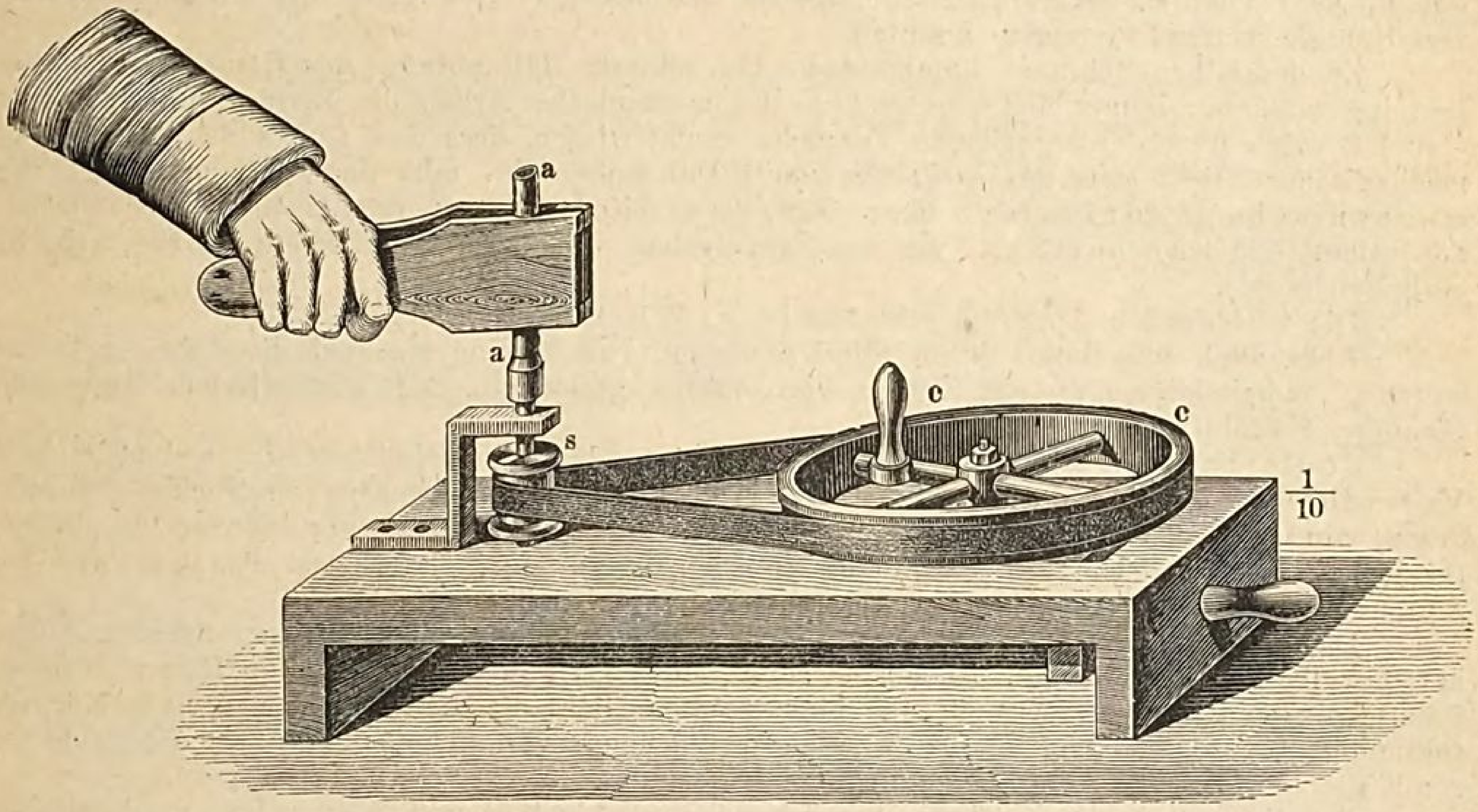
H bezeichnet die Höhe, R den Radius in m. Geprüft sind die Formeln zwischen $t = 25^0$ und $t = 65^0$. Die Abhängigkeit der Abkühlung von der Form des Körpers ist eine Folge des verschiedenen Verlaufes der Luftströmungen bei verschiedener Form.

IX. Wärme und mechanische Leistungen.

Um die Temperatur eines Körpers zn erhöhen, um das Schmelzen einer festen, das Sieden einer flüssigen Substanz zu erzielen, kurz, um irgend eine der im Vorstehenden angeführten Erscheinungen hervorzurufen, bedienen wir uns in den meisten Fällen derjenigen Wärme, welche eine Flamme liefert. Es ist aber auch ganz leicht, Wasser zum Kochen, Rose'sches Metall zum Schmelzen zu bringen ohne Flamme, ohne einen Körper, dessen Temperatur höher ist als die des Wassers oder Metalls im ganz gewöhnlichen Zustande.

Tyndall hat den beistehend abgebildeten Apparat (Fig. 5211) construirt, mit Hilfe dessen das in der Messingröhre *a* befindliche Wasser oder Metall lediglich infolge der Reibung dieser Röhre zwischen den Backen einer Holzklemme, die während der raschen Rotation von *a* statt hat, in kurzer Zeit (2—3 min.) zum Kochen, bezw. Schmelzen gebracht werden kann. Auf einer Drehbank kann Holz in ähnlicher Weise zum Verkohlen gebracht werden. In einem kalten (unter 0°) Raume brachte Davy zwei Eisstücke durch Reibung an einander zum Schmelzen.

Fig. 5211.



Die Funken, die beim Schleifen eines Werkzeuges am Schleifsteine erscheinen, sind glühend, also heiss gewordene Theilchen des an sich kalten Schleifsteins und Werkzeugs. — Die Achsen der Eisenbahnwagen werden manchmal glühend heiss, ebenso die Bremsklötze und Tyres, ohne dass sie mit einem heissen Körper in Berührung kommen.

In allen diesen Fällen begleitet die beobachtete Wärmeerscheinung nur eine beträchtliche Reibung. Diese erscheint also als Ursache der Temperaturerhöhung, des Schmelzens, des Siedens, des Glühens etc.

Wir bedienen uns der Reibung auch beim Hervorrufen unserer gewöhnlichsten Wärmequellen, der Flammen, indem wir durch Reiben eines Zündhölzchens zunächst dessen Zündmasse bis zur Entzündungstemperatur erwärmen.

Beim Stoss zwischen Feuerstein und Stahl, Hufeisen und Pflasterstein, Flintenkugel und Scheibe u. dgl., sowie unter den Schlägen eines Schmiedehammers sehen wir Körpertheilchen oder ganze Werkstücke heiss werden, ohne dass sie mit heissen Körpern in Berührung kommen.

In dem allbekannten pneumatischen Feuerzeug kann durch Compression kalter Luft Zündschwamm oder Schwefelkohlenstoff zur Entzündung gebracht werden.

In dem einfachsten dieser Fälle, dem Stoss zweier unelastischer Körper an einander, sehen wir Wärme auftreten; je elastischer die Körper sind, desto weniger Wärme wird beobachtet (auch die Schallerscheinungen und Deformationen sind geringer); bei vollkommen elastischen Körpern würden wir gar keine Nebenerscheinungen vorfinden. Nun wissen wir aber, dass beim Stosse unelastischer, sowie aller elastischen Körper Geschwindigkeitsänderungen eintreten, u. z. derart, dass die Bewegungsgrösse vor, während und nach dem Stosse dieselbe ist (s. Stoss VIII pag. 563):

$$MV + M_1 V_1 = (M + M_1) C,$$

dass hingegen die lebendige Kraft oder Energie der Bewegung oder auch die **Arbeitsfähigkeit der bewegten Massen** bei unelastischen Körpern nach dem Stosse (L') **kleiner** ist als vor demselben (L). Es ist nämlich

$$\frac{1}{2}(M + M_1)\, C^2 = \frac{1}{2}M_1\, V^2 + \frac{1}{2}M_1\, V_1^{\,2} - \frac{1}{2}\frac{M\, M_1}{M + M_1}(V - V_1)^2,$$

oder

$$L' = L - \frac{1}{2}\, \frac{M\, M_1}{M + M_1}\, (V - V_1)^2\,;$$

bei vollkommen elastischen Körpern hingegen ist diese Grösse nach dem Stosse genau so gross wie vor dem Stosse.

Der Schluss liegt also nahe, dass die im ersten Falle auftretenden Nebenerscheinungen, also auch die Erwärmung der Körper auf Kosten ihrer Arbeitsfähigkeit zutage getreten sind. Auch ist es nicht schwierig, weiter sich vorzustellen, dass beim Stosse neue Bewegungen eingeleitet worden sind, Erzitterungen der kleinsten Theilchen, die zum Theil als Schall, zum Theil als Wärme sich kundgeben und wie jede Bewegung nur unter Verbrauch von Energie zustande kommen konnten.

Zu demselben Schlusse kommt man bei näherer Betrachtung der Compressions- und Reibungsversuche: immer findet unter Aufwand mechanischer Arbeit die Erwärmung statt, und man hat sogar durch entsprechende Versuche nachgewiesen, dass dem Aufwande von 425 *mkg* mechanischer Arbeit stets das Auftreten von 1 Cal. entspricht, oder dass, wie man sagt, das mechanische Aequivalent der Wärmeeinheit (kurz: das mechanische Wärmeäquivalent) 425 *mkg* beträgt. Im *cm-g-sec*-System ist dieses Aequivalent 42.10^6 Arbeitseinheiten (Erg.).

Die betreffenden Apparate von Joule, s. Wärmemessung.

Aber auch umgekehrt kann durch Aufwand von Wärme mechanische Arbeit geleistet werden. Arbeitsleistungen auf Kosten von Wärme geben alle unsere calorischen Maschinen (Dampf-, Heissluftmotoren).

Joule hat aber durch einen Versuch gezeigt, dass comprimirte Luft, welche unter Verrichtung einer gewissen Arbeit (Ueberwindung des Atmosphärendrucks) sich ausdehnt, eine solche Temperaturerniedrigung zeigt, dass auf einen Verbrauch von $^1/_{425}$ W.-E. für jedes *mkg* Arbeitsleistung geschlossen werden muss. $^1/_{425}$ Cal. heisst das calorische Aequivalent der Arbeitseinheit (calorisches Arbeitsäquivalent).

Dass dieser Wärmeaufwand wirklich der Arbeitsleistung zugeschrieben werden muss, hat derselbe Forscher gezeigt, indem er comprimirte Luft in einen luftleeren Raum strömen liess, wobei ein Wärmeverbrauch sich nicht zeigte. Nicht die Ausdehnung eines Körpers (besonders Gases), wie man oft sagt, sondern die damit verbundene Arbeitsleistung ist somit die Ursache der Abkühlung, die man beobachtet.

Die Erkenntnis dieser Thatsachen von der Aequivalenz von Wärme und mechanischer Arbeit hat zu einer Erklärung der sämmtlichen Wärmeerscheinungen von dem Gesichtspunkte der Transformation der Energie aus geführt, mit welcher die mechanische Wärmetheorie sich beschäftigt. Die Lehren der mechanischen Wärmetheorie haben fernerAnwendung gefunden auf die Untersuchungen über die Vorgänge und calorischen Verhältnisse in den calorischen Maschinen und sind so für die Techniker höchst bedeutungsvoll geworden.

Der Satz, dass durch den Aufwand von 425 *mkg* stets eine Wärmeeinheit erzeugt wird und umgekehrt durch Aufwand von $\frac{1}{425}$ W.-E. ein *mkg*, heisst der erste Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie.

In weiterer Ausführung sagt der erste Hauptsatz, dass eine Wärmemenge Q, welche einem Körper zugeführt wird, verwendet wird einestheils zur Temperaturerhöhung, anderentheils zur Leistung innerer Arbeit (gegen die Molekularkräfte etc.), endlich der Rest zur Leistung äusserer Arbeit (L). Bezeichnet U die innere Energie des Körpers, $\triangle U$ deren Aenderung, so ist:

$$Q = \frac{1}{425}\,(\triangle U + L).$$

Der zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie ist der Ausdruck für folgende Erfahrungsthatsache. Zur Umwandlung von Wärme in mechanische Arbeit bedarf es immer eines Körpers, der diese Umwandlung vermittelt; Wärme existiert ja nicht, ausser in einem Körper. So wird die Arbeit, die ein sich ausdehnender erwärmter Körper leistet, durch Zufuhr von Wärme zu diesem Körper, die Arbeit, die eine Dampfmaschine leistet, durch Zufuhr von Wärme an den Dampf u. s. w. gewonnen. Findet an diesem vermittelnden Körper während der Arbeitsleistung eine Veränderung statt, so ist diese mit einem Wärmeverbrauch verbunden; sorgt man dafür, dass der Zustand des Zwischenkörpers nach vollführter Arbeit wieder derselbe ist, lässt man ihn einen Kreisprocess durchmachen, so dass keine innere Arbeit zu leisten ist, wie vorher, so ergibt sich stets, dass neben der gewonnenen Arbeit eine gewisse Wärmemenge, ohne Arbeit zu leisten, von einem wärmeren zu einem kälteren Körper übergehen musste, so dass jedenfalls nur ein Theil der aufgewendeten Wärme in mechanische Arbeit übergeführt worden ist. Dem entgegen kann mechanische Arbeit stets vollständig in Wärme transformirt werden.

Der günstigste Fall der Transformation von Wärme in Arbeit findet statt, wenn der Zwischenkörper einen umkehrbaren Kreisprocess durchmacht, d. h. eine Folge von Veränderungen erleidet, die auch bei entgegengesetzter Anordnung dasselbe Resultat ergeben, was dann statthat, wenn in jedem Augenblicke der äussere Druck auf die Flächeneinheit

gleich ist dem spec. Drucke, oder nur so wenig davon verschieden, dass gerade noch Volumänderung sich vollziehen kann.

Nach Maxwell lässt sich ein solcher Process in folgender Weise recht anschaulich beschreiben. A (Fig. 5212) stellt einen Cylinder mit beweglichem Kolben vor; Seitenwände des Cylinders und der Kolben sind für Wärme undurchdringlich, der Boden aber vollkommen leitend. Der Cylinder sei mit einem vollkommenen Gase (etwa Luft) gefüllt. W und K sind Körper, von denen der erstere stets auf derselben hohen, der letztere auf derselben niedrigen Temperatur (T_2, T_1) erhalten werden. J ist ein vollkommener Wärmeisolator. Der Kreisprocess verläuft nun an der Luft, die den Zwischenkörper bildet, folgendermassen:

Fig. 5212.

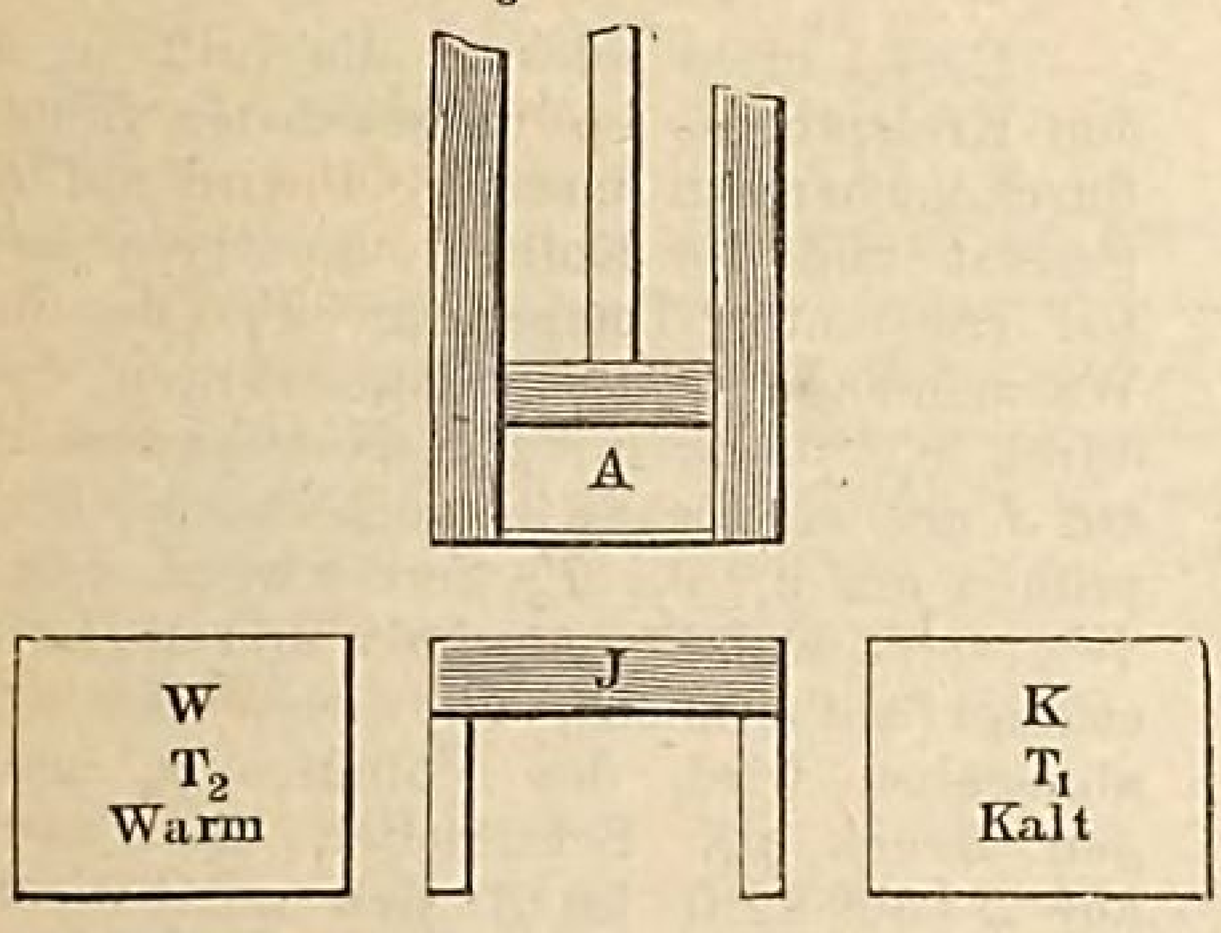
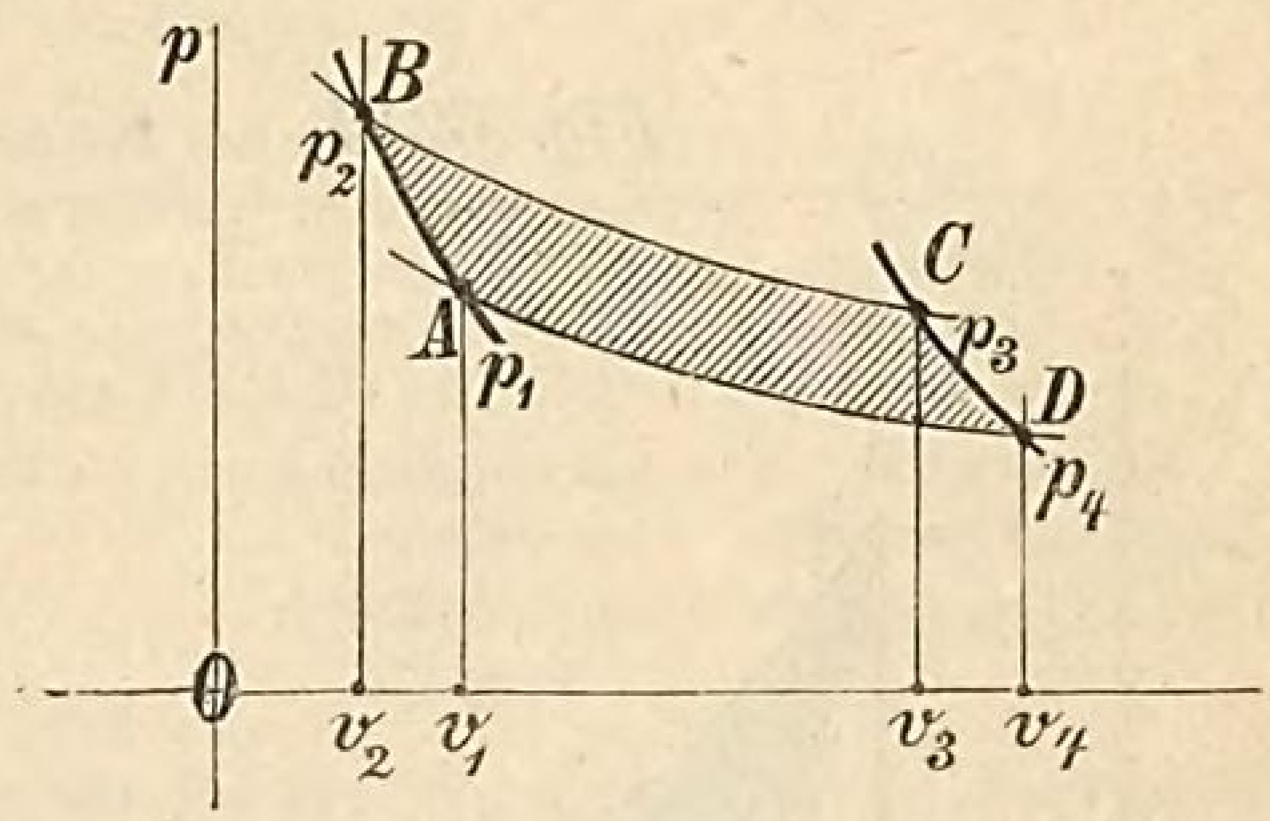


Fig. 5213.



I. Phase. Die Luft in A wird von dem Anfangszustand v_1, p_1, T_1 adiabatisch, d. h. ohne Wärmezufuhr oder Abgabe in den Zustand v_2, p_2, T_2 gebracht, zu diesem Zwecke muss A auf J stehen, die Kolbenbelastung wird vermehrt.

II. Phase. Die Luft in A wird isothermisch, d. h. ohne Temperaturänderung von dem Zustand v_2, p_2, T_2 in den Zustand v_3, p_3, T_2 gebracht; A muss dabei auf W stehen, der Kolben wird entlastet.

III. Phase. Die Luft in A wird adiabatisch auf die Temperatur T_1 gebracht: A steht dabei auf J und die Kolbenentlastung wird fortgesetzt, so dass bei der Ausdehnung der Zustand der Luft v_4, p_4, T_1 wird.

IV. Phase. Die Luft in A wird isothermisch in den Anfangszustand v_1, p_1, T_1 gebracht; dabei muss natürlich A auf K stehen und der Kolben belastet werden.

Trägt man (Fig. 5213) als Abscissen die Volumina der Luft in A, als Ordinaten die zugehörigen Drücke auf, so lässt sich jede der vier Phasen durch eine Curve darstellen in der Art, wie der Indicator an einer Dampfmaschine die Zustandsänderungen des Dampfes während des Ganges der Maschine aufzeichnet.

Diesem Diagramm entnimmt man nun leicht: Während der I. Phase musste Arbeit aufgewendet werden zur Compression im Werthe von $\int_{v_1}^{v_2} p dv$, welchen Werth die Fläche $A B v_2 v_1$ darstellt. Wärme wird weder verbraucht, noch gewonnen. Während der II. Phase wird Arbeit gewonnen, da das Volumen sich vergrössert; ihr Werth ist dargestellt durch $B C v_3 v_2$. Dabei wird eine gewisse Wärmemenge Q_2 von der Luft consumirt, damit die Temperatur trotz Ausdehnung constant bleibe. Während der III. Phase wird die Arbeit $C D v_4 v_3$ gewonnen, ohne dass Wärme zu- oder abgeführt wird. Während der IV. Phase muss die Arbeit $D A v_1 v_4$ aufgewendet und die Wärmemenge Q_1 von der Luft an K abgegeben werden.

Die gesammte, während des Kreisprocesses gewonnene Arbeit (L) ist somit durch die schraffirte Fläche $A B C D$ dargestellt, und diese muss äquivalent sein der auf den Process aufgewendeten Wärme $Q_2 - Q_1$, oder es muss sein, wenn $A = \frac{1}{425}$ bedeutet,

$$Q_2 - Q_1 = A . L.$$

Nun lehrt die Gastheorie, dass die Wärmemengen, die bei unserem Kreisprocesse auftreten, sich wie die Temperaturen T_2 und T_1 verhalten:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

und daraus folgt noch:

$$\frac{Q_2 - Q_1}{Q_1} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \quad \text{oder} \quad Q_2 - Q_1 = \frac{Q_1}{T_1}(T_2 - T_1) = \frac{Q_2}{T_2}(T_2 - T_1)$$

also:

$$L = \frac{Q_1}{A\, T_1}(T_2 - T_1) = \frac{Q_2}{A\, T_2}(T_2 - T_1)$$

Nach Zeuner nennt man den Ausdruck

$$\frac{Q}{A\ T} = S$$

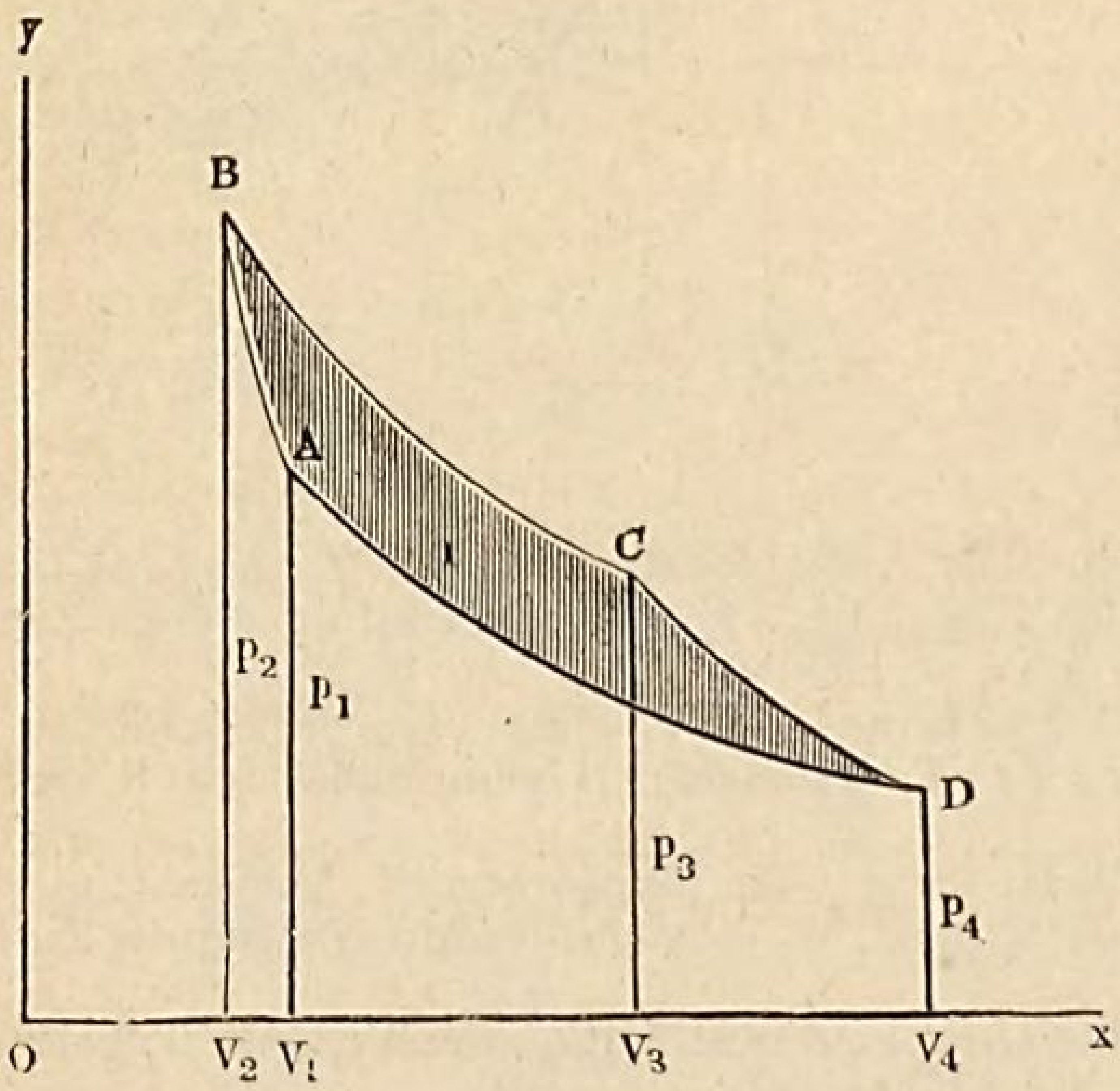
das Wärmegewicht, und nun kann man ganz analog mit dem Ausdruck für die mechanische Arbeit einer Wassermasse — $L = P.(H_2 - H_1)$, worin P das Gewicht, $H_2 - H_1$ das Gefälle, bedeutet — schreiben:

$$L = S\,(T_2 - T_1)$$

und sagen:

die bei dem beschriebenen Kreisprocesse gewonnene Arbeit ist proportional dem Wärmegewichte und dem Temperaturgefälle.

Fig. 5214.



Es ist nicht schwer, die Luft in A den Kreisprocess im umgekehrten Sinne durchmachen zu lassen. A wird auf K gesetzt und der Kolben emporgehoben; bei constanter Temperatur T_1, da die Wärmemenge Q_1 zuströmt, würden dadurch v_1, p_1 zu v_4, p_4. Nun kommt A auf J und die Luft wird adiabatisch comprimirt auf v_3, p_3, T_2, ferner wird A auf W gesetzt, weiter comprimirt und die Luft erlangt isothermisch, da die Wärme Q_2 abgegeben wird, das Volumen v_2 und den Druck p_2. Schliesslich lässt man auf J die Luft in A sich adiabatisch ausdehnen auf v_1, p_1, T_1.

Nach dem Diagramm (Fig. 5214) hat jetzt ein Arbeitsaufwand von dem Betrage $A\,B\,C\,D$ stattgefunden, ferner wurde die Wärmemenge $Q_1 - Q_2$ gewonnen. Dieselbe wurde aus dem kälteren Körper K in den wärmeren W übergeführt. Es ist nun:

$$Q_1 - Q_2 = A\,L$$

$$L = -\frac{Q_2 - Q_1}{A}$$

Man sieht, dass die Wärme $Q_1 - Q_2$ aus dem kälteren Körper in den wärmeren übergeführt wird unter Aufwand der Arbeit L. Von einem wärmeren zu einem kälteren Körper hingegen geht (durch Strahlung etc.) erfahrungsgemäss Wärme ohne jeden Arbeitsaufwand, ohne Compensation.

Die Leistung eines umkehrbaren Kreisprocesses ist, wie leicht zu erweisen ist, unabhängig von der Natur des Zwischenkörpers und nur abhängig von den Temperaturen, zwischen denen der Process stattfindet.

Q_2 ist die beim Kreisprocess dem Zwischenkörper zugeführte Wärme, $Q_2 - Q_1$ die in Arbeit verwandelte. $\frac{Q_2 - Q_1}{Q_2}$ also das Verhältnis der nutzbar gemachten zu der ganzen aufgewendeten Wärme, und dieses Verhältnis wird der Verwandlungscoefficient oder ökonomische Coefficient des Kreisprocesses genannt. Derselbe ist natürlich ebenfalls nicht von der Natur des Zwischenkörpers, wohl aber von der Natur des Kreisprocesses abhängig.

Mit Hilfe der eben erwähnten Sätze lässt sich zeigen, dass der ökonomische Coefficient für alle nicht umkehrbaren Kreisprocesse kleiner ist als für den umkehrbaren.

Die Erkenntnis dieser Gesetze war ein wichtiger Fingerzeig für die Construction unserer calorischen und Dampfmaschinen; das Augenmerk war natürlich darauf zu richten, dieselben nach einem umkehrbaren Kreisprocess arbeiten zu lassen (s. calorische Maschine, Dampfmaschine).

Die mechanische Wärmetheorie hat zu einer noch allgemeineren Anschauung über Transformation von Energie geführt, zu der an Thatsachen schon vielfach geprüften und richtig befundenen Erkenntnis, dass alle Arten von Energie der Körper in einander übergeführt werden können und dass dabei die neu auftretende dem verschwundenen alten Energiebetrage stets äquivalent ist.

Die verschiedenen Arten der Energie mag man aus folgender Uebersichtstafel entnehmen:

Energie.

I. Potentielle Energie (Energie der Lage)

Energie der Lage sichtbarer Massen (Gravitation)	Energie der Lage		Energie der elektr. und magn. Spannung.
	gleichartiger Moleküle: Energie der Elasticität (einer gespannten Feder, eines comprimirten Gases), Cohäsion etc.	ungleichartiger Moleküle und Atome (Affinität) Energie der sich chemisch verbindenden Stoffe, der Brennstoffe, der sich lösenden Körper, der explosiblen Verbindungen etc.	

II. Kinetische Energie (Energie der Bewegung)

Energie der Bewegung sichtbarer Massen			Energie der Bewegung der Moleküle und Atome.	Energie der Bewegung des Aethers.
der fortschreitenden Bewegung: Projectile, Winde, Ströme.	der rotirenden Bewegung, Schwungrad.	der schwingenden Bewegung: Pendel.	Schallschwingungen. Fühlbare Wärme.	Licht- und Wärmestrahlung. Elektr. Strom.

Die angeführte Erkenntnis wird kurz als das Princip der Erhaltung (Unerschaffbarkeit und Unzerstörbarkeit) der Energie bezeichnet; es bildet das Seitenstück zu dem für die Chemie besonders wichtigen Princip der Erhaltung der Masse.

Wärme und elektrische Energie.

Die von einem elektrischen Strome pro sec. in einem Drahte erzeugte Wärmemenge ist nach dem Lenz-Joule'schen Gesetze 1. dem Quadrate der Stromstärke i und 2. dem Widerstande w des Drahtes direct proportional, hingegen sonst von der Natur des Drahtes unabhängig.

$$q = q_0 \cdot i^2 w.$$

q_0 ist die in der Secunde von 1 Amp. in 1 Ω (Ohm) erzeugte Wärmemenge, und ist Versuchen zufolge:

$$q_0 = 0{\cdot}24 \text{ (Grammcalorien).}$$

Die im ganzen Stromkreise erzeugte Wärme ist, wenn e die elektromotorische Kraft in Volt bedeutet:

$$Q = q_0\, i \,.\, e.$$

Diese Wärme tritt bei Veränderungen im Stromkreise in verschiedener Vertheilung über denselben, aber stets in demselben Gesammtbetrage auf, welch' letzterer ganz der auf die Entstehung des Stromes aufgewendeten mechanischen, chemischen oder calorischen Energie entspricht.

Auch bei elektrischen Entladungen — Entladung von Condensatoren — tritt Wärme auf, während eine äquivalente Elektricitätsmenge verschwindet. Nach Riess ist die Gesammtwärme, welche durch Entladung von bestimmter Art hervorgebracht wird, der Menge (M) und Dichte $\left(\frac{M}{F}\right)$ der Elektricität (dem Entladungsstrome) proportional und unabhängig von der Natur der Schliessungsleiter:

$$Q = g \cdot \frac{M^2}{F}.$$

(S. a. Elektricität pag. 174.) Wird die gesammte Energie der Entladung zur Wärmeentwicklung benützt, so ist die entwickelte Wärme:

$$Q = \frac{M \,.\, V}{2 \,.\, J} = \frac{M\,V}{2 \,.\, 42 \,.\, 10^6} \text{ W.-E.,}$$

wobei M die Elektricitätsmenge in *cm-g-sec*-Einheiten und V das Potentialgefälle in denselben Einheiten bedeutet. J ist das mechanische Wärmeäquivalent in absolutem Masse (pag. 178).

Einige Literaturangaben: Tyndall, Wärme als Art der Bewegung (1875). — Müller-Pfaundler, Lehrbuch der Physik und Meteorologie, 8. Auflage, II. Bd. (1879). — Mousson, Physik auf Grundlage der Erfahrung, 3. Aufl., II. Bd. (1880). — v. Lang, Einleitung in die theoretische Physik (1873). — O. E. Meyer, die kinetische Theorie der Gase (1877). — Krebs, Einleitung in die mechanische Wärmetheorie (1877). — v. Waltenhofen, Grundriss der allgemeinen mechanischen Physik (1875). — Rühlmann, Handbuch der mechanischen Wärmetheorie (1875). — Zeuner, Grundzüge der mechanischen Wärmetheorie (1866). — Clausius, Abhandlungen über die mechanische Wärmetheorie, 2. Aufl. (1876). — Péclet, Traité de la chaleur. — Naumann, Thermochemie. — Landolt und Börnstein, physikalisch-chemische Tabellen (1883).

Dr. Eduard Maiss.

Wärme latente, s. Wärme pag. 164 u. 167.

Wärme specifische, s. Wärme pag. 159.

Wärmeäquivalent mechanisches, s. Wärme pag. 178.

Wärmeeinheit, Calorie, s. Wärme pag. 164.

Wärmefarbe, s. Wärme pag. 175.

Wärmeleitung, s. Wärme pag. 171.

Wärmemelder, s. Thermoregulator, s. Wärmemessung.

Wärmemessung. Jede Wärmemessung ist zurückzuführen auf die Messung von Temperaturen oder Wärmehöhen und auf die Messung von Wärmemengen. Die Lehre von der Messung der Temperaturen heisst Thermometrie, jene von der Messung der Wärmemengen Calorimetrie.

I. Thermometrie.

Die erste Aufgabe der Thermometrie ist die Auffindung eines geeigneten Temperaturmasses. Da bekanntlich das Wärmegefühl unzureichend ist, so kann nur aus gewissen, die Temperaturänderungen begleitenden Erscheinungen, wie Volumsänderungen, Aenderungen der Expansivkraft, Aenderungen elektrischer Potentialdifferenzen, auf die gleichzeitigen Temperaturänderungen der Körper geschlossen werden.

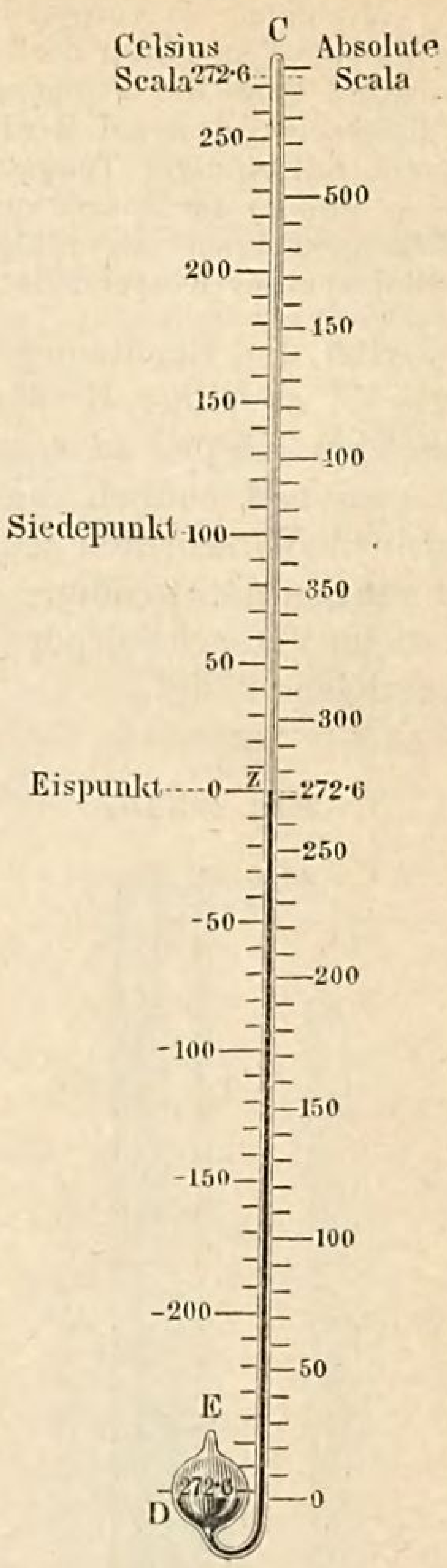
Am häufigsten sind es die Volumsänderungen einer Quecksilbermasse, die zu Temperaturvergleichungen benützt werden. Die neueren Ansichten über den Wärmezustand eines Körpers, sowie über die Wärme selbst, haben aber zu der Ueberzeugung geführt, dass der einfachste Zusammenhang zwischen Temperatur- und anderen leicht beobachtbaren Aenderungen nur an gasförmigen Körpern existiren kann.

Nach den Vorstellungen der kinetischen Gastheorie ist nämlich die Expansivkraft eines Gases die unmittelbare Folge der molekularen Stösse desselben und deren Energie das einzige naturgemässe Mass der Temperatur des Gases. Bei constantem Volumen erscheint jede Aenderung der Expansivkraft als alleinige und unmittelbare Folge der Veränderung der Molekularenergie und ist somit der Temperaturänderung nothwendig proportional. Die Volumsänderungen flüssiger und fester Körper, welche zwar auch Folgen der Aenderungen der Molekularbewegungen sind, können nicht in so einfachem Zusammenhang mit der Bewegungsenergie, also der Temperatur des betreffenden Körpers stehen, da die molekularen Bewegungen nicht freie, wie in den Gasen, sondern von den Cohäsionskräften beeinflusste sind.

Aus diesen Gründen gelten jetzt als naturgemässes und richtiges Mass für Temperaturänderungen die Aenderungen der Expansivkraft eines (möglichst vollkommenen) Gases, der atmosphärischen Luft oder des Wasserstoffgases bei constantem Volumen, und als Normalinstrument für Temperaturmessungen gilt das Luftthermometer.

Im Principe ist dasselbe nichts anderes als eine Glasröhre, die, nach Art eines Birnbarometers gebogen, mit Quecksilber gefüllt, aber nicht nur bei *C*, sondern auch bei *E* zugeschmolzen ist (Fig. 5215). Die Luft in *D* steht unter dem Drucke der im langen Schenkel befindlichen Quecksilbersäule. Bei höherer Temperatur wird diese Säule höher sein, da die Luft in *D* mehr Quecksilber gegen *C* drückt. Der 2-, 3-, 4-, *n*-fachen Höhe dieser Säule entspricht ein 2-, 3-, 4-...*n*-facher Druck auf die Luft in *D*, wegen des Gleichgewichtes also auch eine 2-, 3-, 4-, *n*-fache Expansivkraft dieser Luft. An dem Luftthermometer kommt also die 2-, 3-, 4fache Temperaturänderung der Luft als 2-, 3-, 4-fache Aenderung in der Höhe der Quecksilbersäule, also in einfachster Weise zur Erscheinung.

Fig. 5215.



Eine einfache Längentheilung wird zur Angabe der Temperaturen selbst erforderlich sein; es erübrigt nur, erstens die Einheit der Länge, welche einem Schritte in der Temperatur = 1 entspricht, festzustellen und zweitens über den Anfangspunkt der Zählung ein Uebereinkommen zu treffen.

Bekanntlich hat Celsius die constanten Temperaturen des schmelzenden Eises und des unter Normaldruck (760^{mm}) siedenden Wassers zum Ausgang für diese Bestimmungen gewählt. Stellt sich die Quecksilbersäule in der Röhre *C* bis *z*, wenn *D* in schmelzendem Eise und bis 100, wenn *D* im Dampfe von siedendem Wasser sich befindet (*z* und 100 heissen die Fundamentalpunkte der Thermometerscala), so ist der hundertste Theil der Strecke *z* 100 (Fundamentalabstand) die zu wählende Längeneinheit (Grad); *z* selbst ist der Nullpunkt der Celsiusscala. Wird die Einheit von *z* aus nach oben und unten soweit als nothwendig aufgetragen, so ergibt sich die ganze Celsiusscala, wie Fig. 5215 links sie zeigt.

Rechts ist dieselbe Einheit aber von einem anderen Nullpunkte aus aufgetragen, einem Nullpunkt, welcher 272·6° (rund 273°) unter dem Eispunkte liegt. Diese Nulltemperatur heisst die absolute Nulltemperatur (absoluter Nullpunkt); die von diesem aus gemessenen Temperaturen heissen absolute Temperaturen. Der wirkliche absolute Nullpunkt, d. i. die Temperatur, bei welcher die Expansivkraft der Luft 0 ist, bei welcher die Luftmolekeln in Ruhe sich befinden, kann in Wirklichkeit weder praktisch erreicht noch theoretisch bestimmt werden. Die tiefste bisher erreichte Temperatur beträgt nämlich nur —225° C. Das Gay-Lussac'sche Gesetz aber, welches den Zusammenhang zwischen Temperatur und Expansivkraft angibt, gilt nicht bis zu diesen Temperaturen, sondern nur fern von der Condensationstemperatur. Der oben angegebene Punkt kann aber als ein fictiver absoluter Nullpunkt mit Hilfe des genannten Gesetzes gefunden werden. Derselbe hat die Bedeutung, dass die Rechnungen bei Benützung der von ihm aus gezählten Temperaturen besonders einfach werden. Bei wissenschaftlichen Untersuchungen wird deshalb von der absoluten Centesimalscala vielfach Gebrauch gemacht.*)

*) Ausser der Celsius'schen und absoluten Centesimalscala sind noch zwei im Gebrauche, die Réaumur'sche und Fahrenheit'sche. Die erstere hat als Nullpunkt den Eispunkt und als Scaleneinheit $^1/_{80}$ Fundamentalabstand; letztere hat beim Eispunkt die Ziffer 32 und als Längeneinheit $^1/_{180}$ Fundamentalabstand. Demgemäss ist:

1° R. dieselbe Temperatur wie $^5/_4$° C.; 1° C. dieselbe wie $^4/_5$° R.
t° R. „ „ „ $t\,.\,^5/_4$° C.; *t*° C. „ „ $t\,.\,^4/_5$° R.

ferner ist

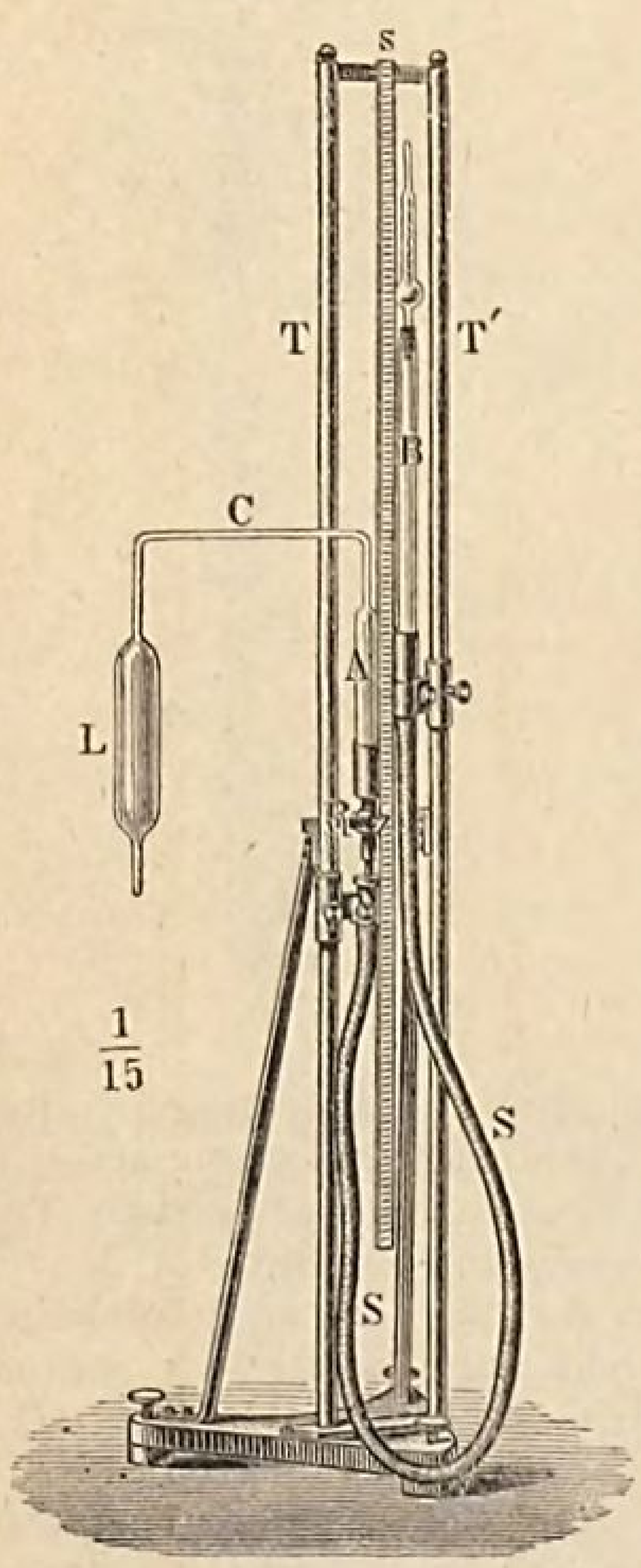
t° F., d. i. (*t* — 32)° F. über dem Eispunkt so viel wie $(t - 32)\,.\,^5/_9$° C., bezw. $(t - 32)\,.\,^4/_9$° R. und umgekehrt *t*° C. (R.) soviel wie $(t\,.\,^9/_5 + 32)$° C., bezw. $(t\,.\,^9/_4 + 32)$° R.
Die Fahrenheitscala ist in England und Amerika noch sehr allgemein im Gebrauche.

Es ist stets t^0 C. dieselbe Temperatur wie $(273 + t)^0$ absoluter Scala
T^0 absoluter Scala „ „ „ $(T - 273)^0$ C.

Mit einem so vorgerichteten Instrumente, das nach dem Gesagten zunächst eigentlich stets nur die Temperatur der Luft in seinem Inneren — der thermometrischen Substanz — angibt, kann die Temperatur eines anderen Körpers bestimmt werden mit Rücksicht auf die Thatsache, dass bei Berührung des Körpers mit dem Thermometergefäss D nach einiger Zeit ein vollständiger Temperaturausgleich stattfindet. Sobald die Quecksilbersäule in C, die anfangs infolge der Einwirkung des Versuchskörpers auf die Luft in D in's Steigen, bezw. Sinken gekommen ist, ruhig stehen bleibt, ist die Temperatur der Luft im Thermometer gleich jener des Körpers.

Bei der Benützung dieses und jedes Thermometers hat man also für eine möglichst allseitige Berührung der thermometrischen Substanz mit dem zu untersuchenden Körper zu sorgen, ferner den constanten Stand des Thermometers abzuwarten und endlich diesen Stand richtig abzulesen. Die Einhaltung dieser allgemeinen Vorschriften ist nicht immer ganz leicht und macht manchmal Correctionsrechnungen nothwendig. So ist z. B. häufig ein Theil des Thermometers nicht mit dem Versuchskörper in Berührung, manchmal ist ein constanter Stand nicht zu erzielen u. dgl.

Fig. 5216.



In der durch Fig. 5215 vorgeführten Form ist nun das Luftthermometer nicht brauchbar. Man hat ihm verschiedene Formen gegeben, welche einerseits eine hinreichende Genauigkeit der Messung, andererseits eine möglichst bequeme und sichere Handhabung des Instrumentes gewährleisten. In der Regel, besonders aber bei seiner Verwendung als Normalinstrument ist eine fertiggestellte Scala nicht zu brauchen; es muss vielmehr stets eine zweimalige Höhenmessung vorgenommen und jede Beobachtung einer eigenen Berechnung unterzogen werden.

Von den vielen Formen mag hier nur das Instrument von Jolly (Fig. 5216) beschrieben werden, das von allen im Gebrauche am bequemsten ist. Die Hauptbestandtheile desselben sind das Luftgefäss L und das Manometer ASB; beide sind verbunden durch das Capillarrohr C. Wo A in C übergeht, ragt eine kurze Glasspitze in A vor.

Soll die Temperatur eines Körpers, z. B. einer Flüssigkeit bestimmt werden, so werden zwei Versuche gemacht. Zuerst wird das Gefäss L, gefüllt mit trockener Luft, in schmelzenden Schnee gebracht, das Quecksilber im Manometerrohr A durch Verschieben von B längs der Säule T' bis zur Berührung mit der gläsernen Spitze gehoben und der Abstand der Quecksilberniveaux in A und B mittelst Kathetometers abgelesen. Beim zweiten Versuch wird ebenso eingestellt und abgelesen, während L mit dem Körper in Berührung ist, dessen Temperatur zu messen ist.

Der erste Versuch ergibt als Gewicht der in L und C eingeschlossenen Luftmasse

$$s_0 \cdot [V_0 + v_0] \frac{H'}{760},$$

wenn $s_0 = 0{\cdot}0029277\ g$ das spec. Gew. der Luft bei 0° C. und 760mm Druck, V_0 das Volumen von L, v_0 jenes von C, H' die abgelesene Niveaudifferenz vermehrt um den Barometerstand ist; der zweite Versuch gibt als Gewicht derselben Luftmasse:

$$s_0 \left[V_0 \frac{1 + \alpha t}{1 + \varkappa t} + v_0\right] \frac{H}{760}$$

worin $\varkappa = 0{\cdot}00367$ der cub. Ausdehnungscoeff. der Luft, α der Ausdehnungscoefficient des Glases, t die zu messende Temperatur in Celsiusgraden ist, H die diesmal abgelesene Niveau-

differenz vermehrt um den Barometerstand. Da das Gewicht beidemale dasselbe ist, so folgt die Gleichung:

$$(V_0 + v_0)\, H' = \left(V_0 \frac{1 + \alpha t}{1 + \varkappa t} + v_0\right) H$$

und daraus

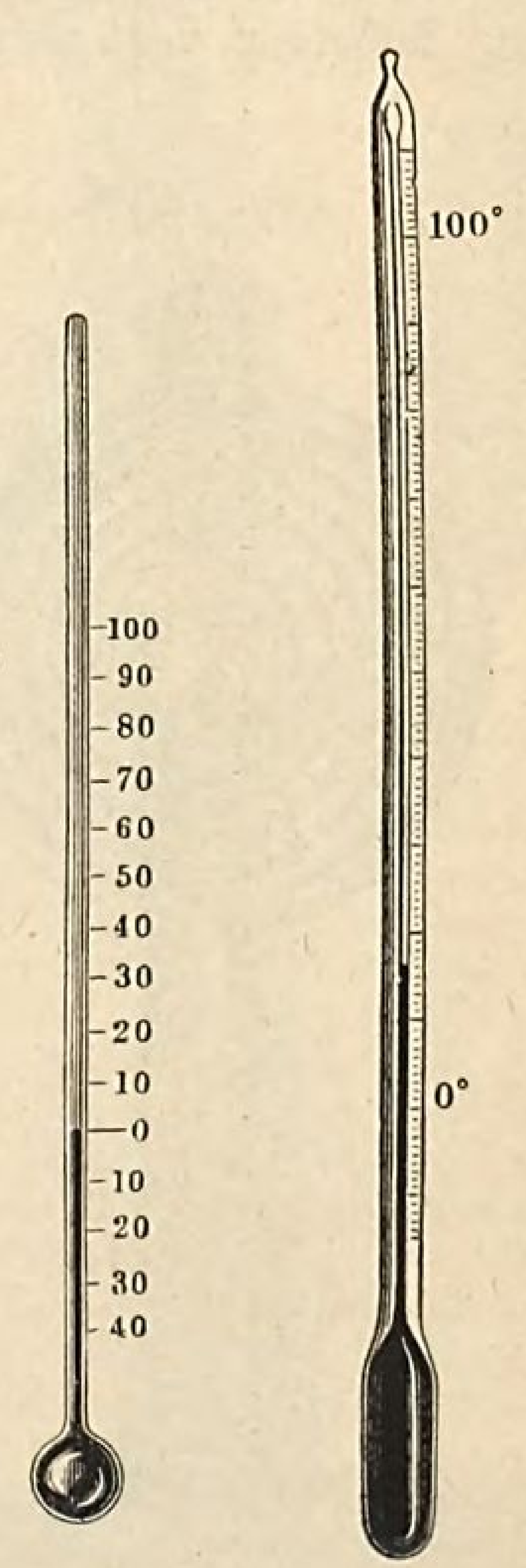
$$t = \frac{(V_0 + v_0)\,(H - H')}{V_0\,(\varkappa H' - \alpha H) - v_0\,\varkappa\,(H - H')}.$$

Um die Füllung von L mit trockener Luft zu bewerkstelligen, wird der Kautschukschlauch S abgenommen, $L\,C\,A$ auf die Quecksilberluftpumpe aufgeschraubt und durch die Seitenröhre der Pumpe über Chlorcalcium geleitete Luft in den ausgepumpten Behälter L strömen gelassen. Nach geschehener Füllung wird durch den Hahn R der Luftbehälter abgeschlossen.

Ein Luftthermometer ist für Temperaturbestimmungen fast jeglicher Höhe geeignet. Bei hohen Temperaturen ist ja die Luft in einem noch vollkommeneren Gaszustande als bei niedrigeren; es wird also nach oben hin nur die Schmelzbarkeit des Glases (1000 bis 1400° C.) der Verwendung des Instrumentes eine Grenze setzen. Nach unten hin hat sich die Verwendbarkeit der Luft-, namentlich aber der Wasserstoffgasthermometer, die nur durch die genannte thermometrische Substanz sich von ersteren unterscheiden, bis zu den dermalen erreichten niedrigsten Temperaturen (—220° C.) ebenfalls zweifellos herausgestellt.

So wichtig und geeignet Luftthermometer als Normalinstrumente sind, so wenig sind sie für praktische Messungen brauchbar. Nicht nur die Gebrechlichkeit, die Complicirtheit ihres Baues und die geringe Compendiosität, sondern auch die etwas umständliche doppelte Einstellung und die nachfolgende Rechnung lassen ihre Verwendung in der Praxis nicht wohl zu. Für gewöhnliche Messungen dienen daher die Q u e c k s i l b e r t h e r m o m e t e r.

Fig. 5217.



Sie bestehen stets aus einer Capillarröhre, welche an dem einen Ende kugelförmig oder cylindrisch erweitert und beiderseits geschlossen ist (Fig. 5217). In der Röhrebefindet sich Quecksilber und an oder neben der Röhre eine Scala, an welcher die Volumsänderungen des Quecksilbers beobachtet und als Mass der Temperaturänderungen desselben benützt werden.

Gewöhnlich wird die Scala hergestellt, indem man für jedes Instrument die Fundamentalpunkte eigens bestimmt und dem so gefundenen Fundamentalabstand entsprechend — nach Celsius in 100 gleiche Theile — theilt. Soll ein solches Instrument zu halbwegs genauen Messungen brauchbar sein, so ist vor Allem nothwendig, dass die Capillarröhre überall gleiches Caliber habe; dann ist es erforderlich, die erfahrungsmässig sich einstellenden Veränderungen des Glases öfters zu controliren. Insbesondere müssen die Fundamentalpunkte öfters neu bestimmt werden. Bei genauen Messungen müssen auch der Luftdruck von aussen, sowie der Druck der Quecksilbersäule von innen beachtet werden, da sie einigen Einfluss auf die Stellung des Quecksilberfadens haben, indem sie das Glas zusammendrücken, bez. ausdehnen, und endlich kommt die cubische Ausdehnung der betreffenden Glassorte in Betracht, sobald die Angaben verschiedener Instrumente verglichen werden sollen.

Genaue Vergleichungen der Angaben vorzüglich construirter Quecksilberthermometer mit dem Normalthermometer (Luftthermometer) haben ergeben, dass schon innerhalb des Fundamentalabstandes (0 bis 100° C.) bei verschiedenen Thermometern verschiedene Abweichungen vorkommen, die innerhalb des genannten Temperaturintervalles allerdings nicht

gross (höchstens 0·2° C.) sind, so dass sie nur bei höheren Anforderungen an die Genauigkeit zu berücksichtigen sind. Ausserhalb des angegebenen Intervalles können dieselben aber keinesfalls vernachlässigt werden (bei 350° kann die Abweichung vom Normalthermometer 8° betragen).*)

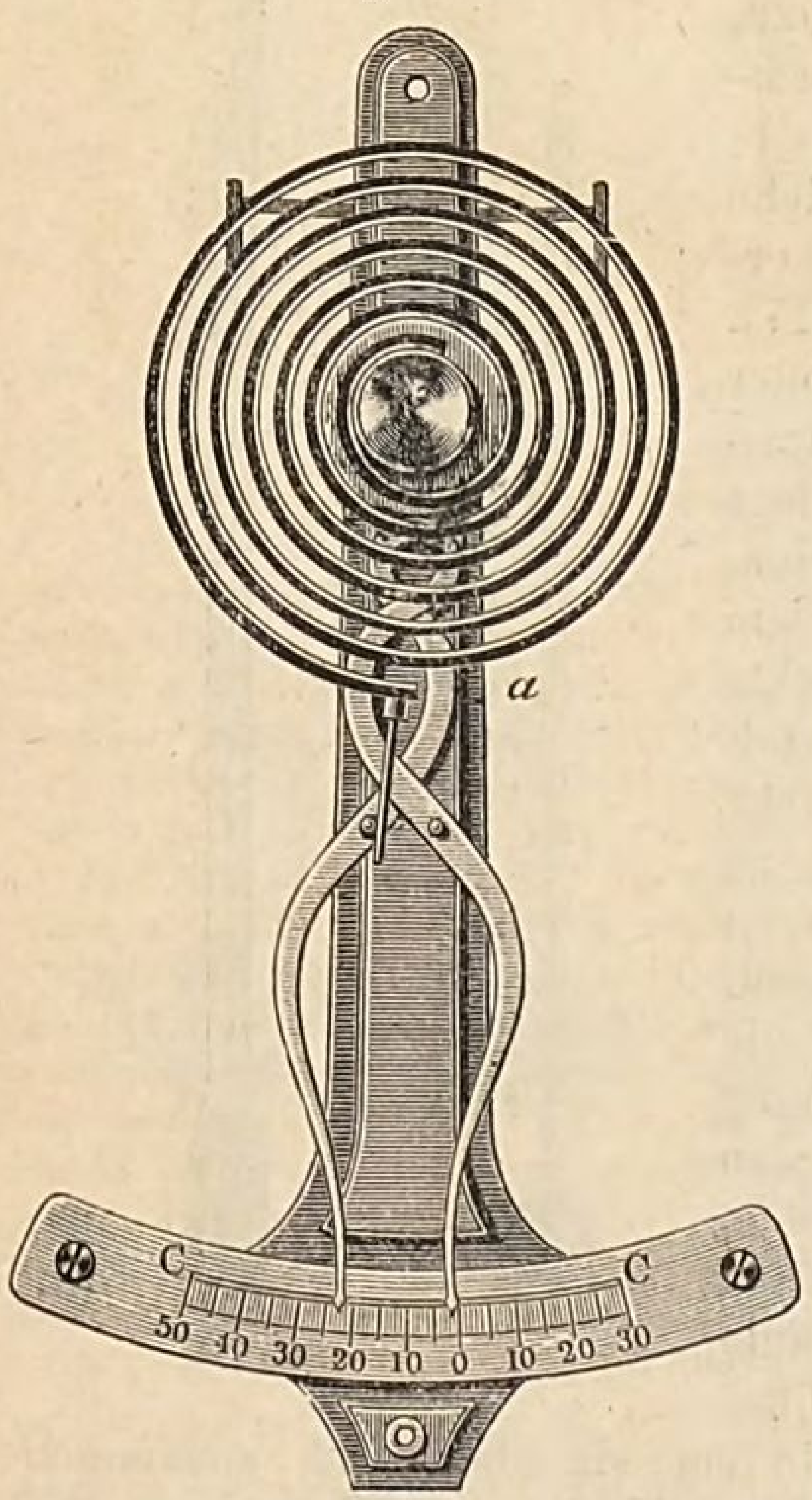
Am besten ist es, die Scala eines gut calibrirten Quecksilberthermometers nach einem Luftthermometer herzustellen, ehe eine Versuchsreihe damit begonnen wird.

Das Quecksilberthermometer kann dann bis —35° C. einerseits, bis nahe an 350° C. andererseits verwendet werden. Unterhalb —35° ist es nicht mehr zu brauchen, da bei —40° das Quecksilber gefriert und dabei natürlich eine Volumsänderung nach ganz anderem Gesetze erfährt. Bei 350° C. siedet das Quecksilber, ist also ebenfalls nicht mehr als thermometrische Substanz brauchbar.

Zur Messung niedriger Temperaturen bis ca. —120° können Thermometer benützt werden, welche von den beschriebenen Quecksilberthermometern lediglich darin sich unterscheiden, dass in der Glasröhre Alkohol sich befindet. Bei diesen Alkoholthermometern ist aber eine Theilung nach dem Luftthermometer noch wichtiger als bei den Quecksilberthermometern, da die Volumsänderungen des Alkohols auch innerhalb enger Grenzen den Temperaturänderungen nicht proportional sind. Der Fehler in der Temperaturbestimmung kann nach Recknagel bei —80° bereits 10° betragen. Für Temperaturen, die über +10° C. liegen, kann man diese Thermometer zu halbwegs genauen Bestimmungen nicht anwenden.

Auch Schwefelkohlenstoff wird für niedrigere Temperaturen als thermometrische Substanz verwendet.

Fig. 5218.



Instrumente, welche zur Messung niedriger Temperaturen verwendet werden, heissen auch Kryometer, solche, die zur Messung hoher Temperatur dienen, Pyrometer (s. Pyrometer VII pag. 201 ff.).

Auch feste Körper kann man als thermometrische Substanzen benützen. Sie kommen in Verwendung bei den sog. Metallthermometern.

Fig. 5218 stellt das Metallthermometer von Hermann und Pfister dar. Eine Spirale aus einem Metall-Doppelstreifen (Eisen und Messing) ist an einem Ende befestigt, das andere Ende *a* ist frei und bewegt bei Temperaturänderungen einen Zeiger, der an dem Gradbogen *C C* die jeweilige Temperatur anzeigt. Die Scala auf dem Gradbogen ist durch Vergleichung mit einem Normalthermometer gewonnen.

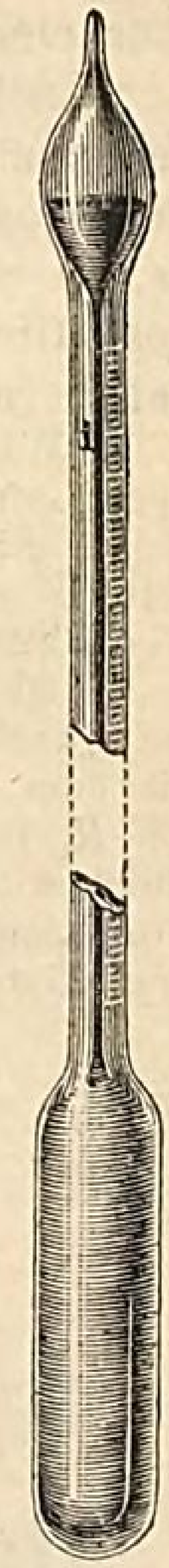
Eine andere Form des Metallthermometers ist das Uhr- oder Quadrantenthermometer (Fig. 5219). Der Metalldoppelstreifen (Kupfer innen, Stahl aussen) *f*, *g*, *h* ist wieder an einem Ende festgeschraubt, während das andere Ende auf ein Hebelwerk wirkt, durch welches der Zeiger *z* bei Temperaturerhöhung in der Richtung von *f* nach *g*, bei Temperaturerniedrigung im entgegengesetzten Sinne gedreht

*) Verschiedene Luftthermometer zeigen solche Abweichungen nicht, ein weiterer Beweis, dass diese Thermometer die naturgemässen Instrumente für Temperaturmessungen sind. Was für die Vergleichbarkeit der Angaben verschiedener Luftthermometer auch noch in die Wagschale fällt, ist der Umstand, dass die Ausdehnung des Glases von ganz untergeordneter Bedeutung bei ihnen ist. Der cubische Ausdehnungscoefficient des Glases ist im Mittel $\alpha = 0·000025$. Er beträgt also nur etwa $^1/_{146}$ desjenigen der Luft.

wird. Die Theilung ist natürlich wieder durch Vergleich mit einem anderen Thermometer hergestellt. Das Instrument ist wegen seiner bequemen Form vielfach im Gebrauche.

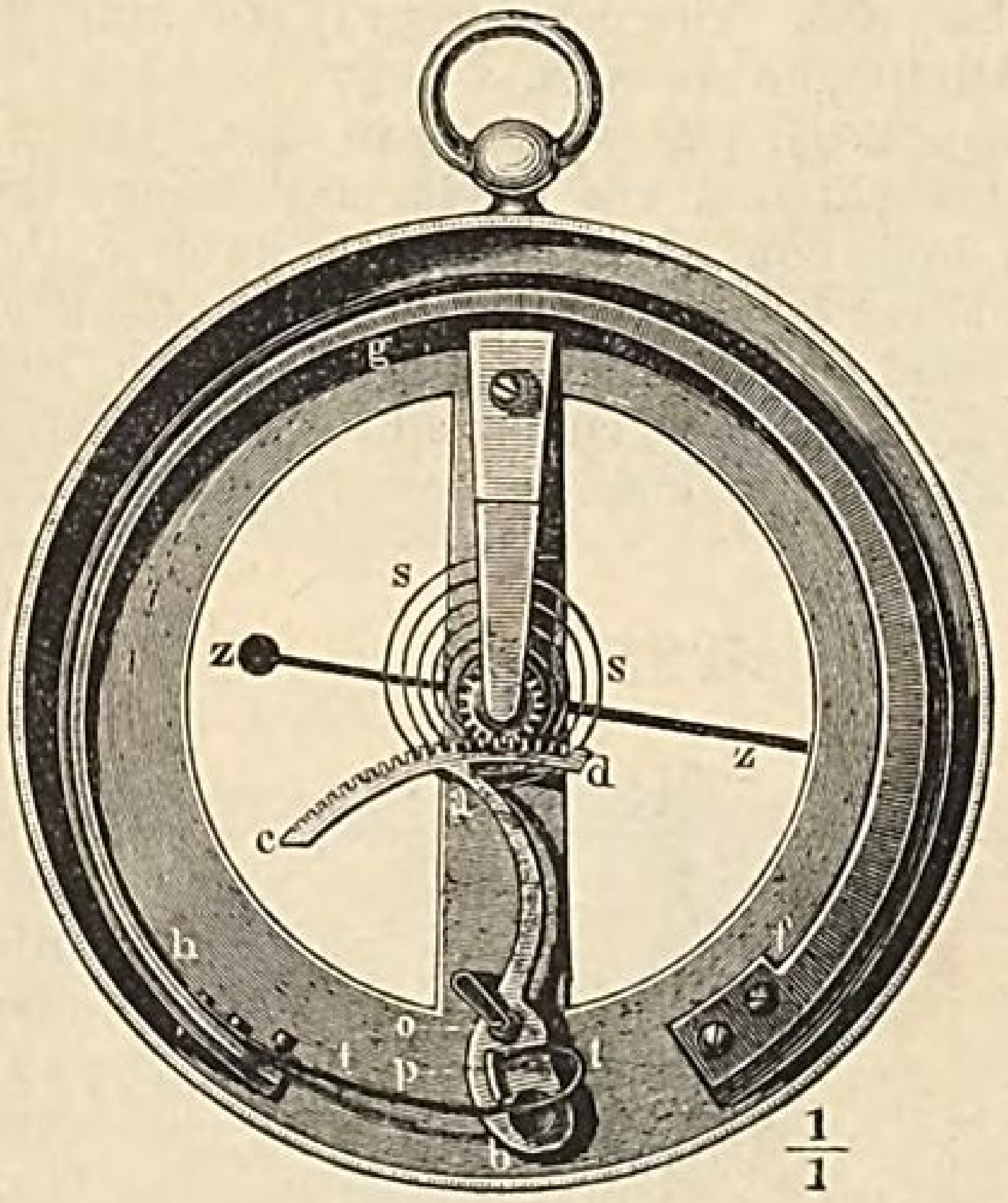
Andere Formen, wie z. B. das Breguet'sche Thermometer, übergehen wir, da sie einerseits minder praktisch, andererseits eben so wenig, wie die eben beschriebenen, zu genauen Messungen verwendbar sind.

Fig. 5220.



Häufig genügt es, Thermometer nur für ein begrenztes Temperaturintervall zu besitzen. So z. B. schwankt die Temperatur eines Wohnzimmers, eines Bades, eines Getränkes etc. nur innerhalb enger Grenzen; auch die Temperatur des menschlichen Körpers hält sich innerhalb ganz enger Grenzen.

Fig. 5219.



1/1

Etwas grössere Schwankungen zeigt die Temperatur der freien Atmosphäre (—35° bis +50° C.) in unseren Breiten; bei vielen Untersuchungen (s. z. B. Calorimetrie) bleiben die Variationen viel kleiner.

Man construirt für solche Zwecke abgekürzte Thermometer. Die gewöhnlichen Zimmer- und Fensterthermometer, die Badethermometer, die Fieberthermometer der Aerzte etc. gehören hierher.

Aber auch um für genaue Messungen recht empfindliche Instrumente zu haben, bedient man sich abgekürzter Thermometer. Die Volumsänderungen des Quecksilbers im Thermometer geben sich in der Höhenänderung des Quecksilbercylinders in dem Capillarrohre zu erkennen. Diese Höhenänderungen werden natürlich desto bedeutender, je feiner unter sonst gleichen Umständen das Capillarrohr im Lichten ist.

Ein Thermometer mit feinstem Capillarrohr von gewöhnlicher Länge (30—40cm) umfasse nur 10—15° C.; innerhalb dieses Intervalles kann nun die Theilung in Hundertelgrade ganz gut durchgeführt, also das Instrument für eine weitergehende Genauigkeit hergestellt werden.

Allein mit einem abgekürzten und daher bei gewöhnlicher Länge sehr empfindlichen Thermometer können auch bedeutendere Temperaturschwankungen in verschiedener Höhe gemessen werden, wenn nach Walferdin folgende Abänderung getroffen wird. Ein abgekürztes Thermometer mit ganz willkürlicher Scala erhält oben eine Erweiterung (s. Fig. 5220). Bei 0—15° kann unmittelbar die Messung erfolgen, wie bei einem gewöhnlichen Thermometer; bei 15—30° erwärmt man vor der Messung das Instrument über 30°, lässt die Flüssigkeit (Alkohol) bei geneigter Lage des Rohres in die Erweiterung fliessen und trachtet so den Index *i* (Quecksilber) an eine solche Stelle zu bringen, dass das zu messende Temperaturintervall innerhalb der Scala des Instrumentes zu liegen kommt. Ebenso verfährt man bei noch höheren Temperaturen. Walferdin nennt dieses Instrument metastatisches Thermometer.

Zu wissenschaftlichen Zwecken benützt man auch die sog. Gewichtsthermometer, bei denen von dem Gewicht einer bei der Erwärmung ausfliessenden Quecksilbermasse auf die Temperaturänderung geschlossen wird. Praktische Anwendung finden dieselben nicht.

Zu manchen Zwecken, z. B. in der Meteorologie, ist es wünschenswerth, eine continuirliche Reihe von Thermometerangaben zu erhalten; diesem Zwecke dienen die registrirenden Thermometer oder Thermometrographen. Ein in horizontaler Lage bis zum 15. Grad auf einer Seite eines Wagbalkens angebrachtes und äquilibrirtes Thermometer verursacht bei Temperaturänderungen verschiedene Neigung des Wagbalkens kann infolge dessen auf einem vorübergleitenden Papierstreifen continuirlich die Temperatur aufzeichnen. Auch durch die Einwirkung des Lichtes, das oberhalb der Quecksilbersäule durch die Capillare geht, längs des

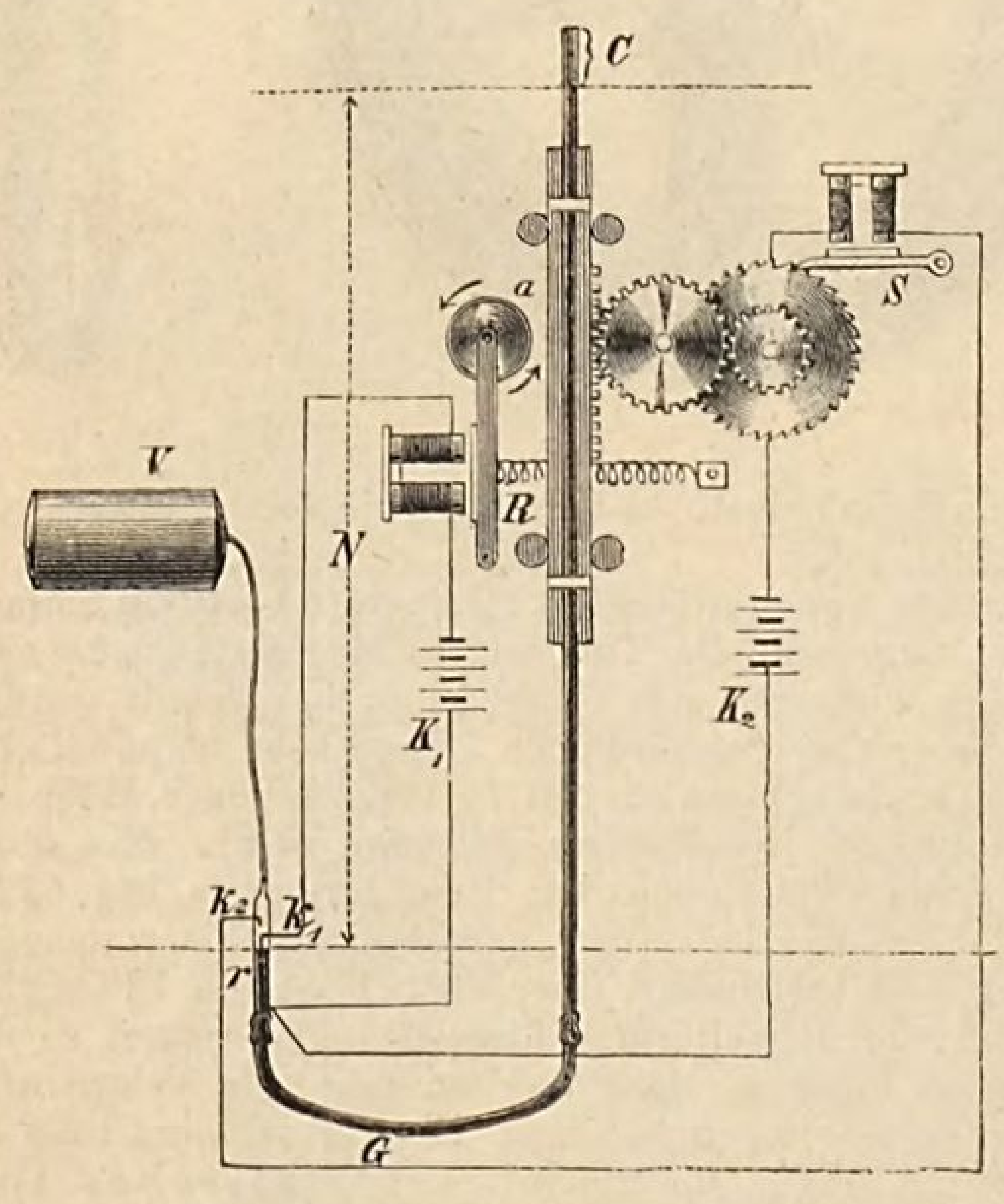
Quecksilberfadens aber aufgehalten wird, kann man jeden Augenblick einen entsprechend langen dunklen Streifen auf dem dahinter vorübergehenden photographisch präparirten Papier aufzeichnen lassen. Endlich kann man, wie beim Barometrographen oder Registrirmanometer (s. V pag. 749), die Anzeigen eines Metallthermometers mittelst eines Fühlhebels in vergrössertem Masstabe auf das über eine rotirende Trommel gezogene Papier schreiben lassen.

Alle diese Wege wurden eingeschlagen. Gegenwärtig aber bedient man sich zumeist der Registrirung mittelst elektrischer Einrichtungen. Von den vielen hierher gehörigen Apparaten mag nur der von Sprung näher betrachtet werden, da er einerseits sich als recht brauchbar erwiesen hat, andererseits an ihm das wesentliche der Registrirvorrichtungen gut zu ersehen ist. Sprung wählt ein Luftthermometer zu seinem Thermometrographen.

Wie schon pag. 184 erörtert ist, handelt es sich bei der Temperaturbestimmung mittelst eines Luftthermometers darum, die Quecksilbersäule immer so einzustellen, dass eine gewisse Marke mit der Oberfläche im kürzeren Manometerschenkel in Berührung steht. Diese Einstellung erfolgt bei dem Thermometrographen von Sprung automatisch mit Hilfe des (Fig. 5221) dargestellten Apparates.

Drei Platinspitzen r, k_1, k_2 sind in das Manometerrohr eingeschmolzen. r ist immer von Quecksilber bedeckt und mit je einem Pole der Batterien K_1 und K_2 verbunden. k_1 ist mit dem zweiten Pole von K_1, k_2 mit dem zweiten Pole von K_2 verbunden. Im Stromkreise von K_1 liegt ein Elektromagnet, dessen Anker R an einem Hebel befestigt ist, welcher das Röllchen a trägt und durch eine Spiralfeder vom Elektromagneten weggezogen wird. Im Stromkreise von K_2 liegt ein anderer Elektromagnet, dessen Anker S auf dem Sperrhaken eines Getriebes sitzt, das in eine an dem langen Manometerrohr C fixirte Zahnstange eingreift.

Fig. 5221.



Befindet sich, wie in der Fig. 5221, die Quecksilberoberfläche im kurzen Schenkel des Manometers zwischen den Spitzen k_2 und k_1, so ist der Stromkreis von K_1 geschlossen, der Anker R liegt an den Elektromagnetpolen, das Röllchen a ist ausser Function; gleichzeitig ist der Stromkreis K_2 unterbrochen, Anker S, bezw. der Sperrhaken liegt der Schwere zufolge auf dem Steigrade, das an seiner sonst durch ein sinkendes Gewicht unterhaltenen Bewegung gehindert ist. Bei steigender Temperatur sinkt die Quecksilberkuppe unter k_1, der Stromkreis von K_1 wird auch unterbrochen, R gehorcht dem Zuge der Feder, a wird an C angedrückt und hebt, von einem Uhrwerk stets im Sinne der Pfeile getrieben, das lange Manometerrohr C, wodurch das Quecksilber im kurzen Rohre auch u. z. bis an k_1 gehoben wird. Bei sinkender Temperatur gelangt die Quecksilberkuppe an k_2, der Stromkreis von K_2 wird geschlossen, Anker S und Sperrhaken werden gehoben, das Räderwerk bewegt sich unter dem Einfluss des sinkenden Treibgewichtes und die Manometerröhre C wird nach abwärts geschoben, wodurch wieder die Einstellung der Quecksilberkuppe zwischen k_1 und k_2 bewerkstelligt wird.

Nun ist mit dem Manometerrohre C ein Schreibstift verbunden, dem eine horizontal bewegte Schreibtafel, bezw. eine rotirende Schreibtrommel gegenübersteht. Dieser zeichnet eine Curve auf, deren Ordinaten den Temperaturvariationen proportional sind.

Die Thermometrographen sind unter allen Umständen complicirte und kostspielige Instrumente, und können nicht jedem Beobachter anvertraut werden. Glücklicherweise genügt für die meisten Zwecke der praktischen Meteorologie die Kenntniss der höchsten und niedrigsten Temperatur eines gewissen Zeitraumes, und demgemäss kann man sich im Allgemeinen mit Thermometern behelfen, welche für diese Angaben eingerichtet sind. Sie heissen

Extremthermometer, Maximum-Minimum-Thermometer oder auch manchmal Thermographen. Das gewöhnlichste dieser Instrumente ist das von

Rutherford (s. Fig. 5222). Es besteht aus einem Quecksilber- (*AB*) und einem Alkoholthermometer (*CD*); in dem ersteren befindet sich ausserhalb des Quecksilbers ein Stahlstäbchen *s*, in letzterem innerhalb des Alkohols ein Glasstäbchen *g*. Das Stahlstäbchen wird bei Erhöhung der Temperatur durch die vorschreitende Quecksilbersäule vorgeschoben, beim Zurückgehen der Temperatur an der Stelle die der maximalen Temperatur entspricht, liegen gelassen. Das Glasstäbchen wird im ersteren Falle von dem darüber hinwegfliessenden Alkohol liegen gelassen, hingegen durch das Oberflächenhäutchen des Alkohols beim Zurückgehen der Temperatur mitgenommen bis an die Stelle, die der minimalen Temperatur eines bestimmten Zeitraumes entspricht.

Fig. 5222.

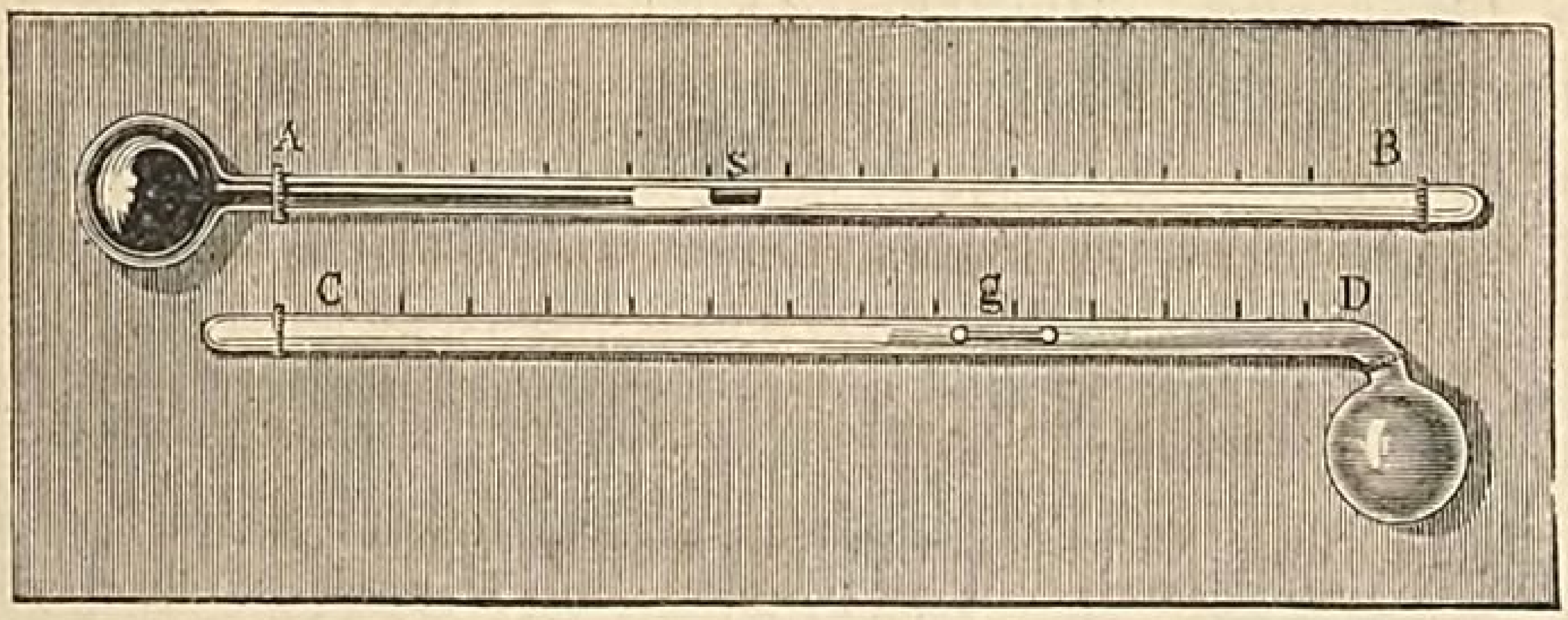
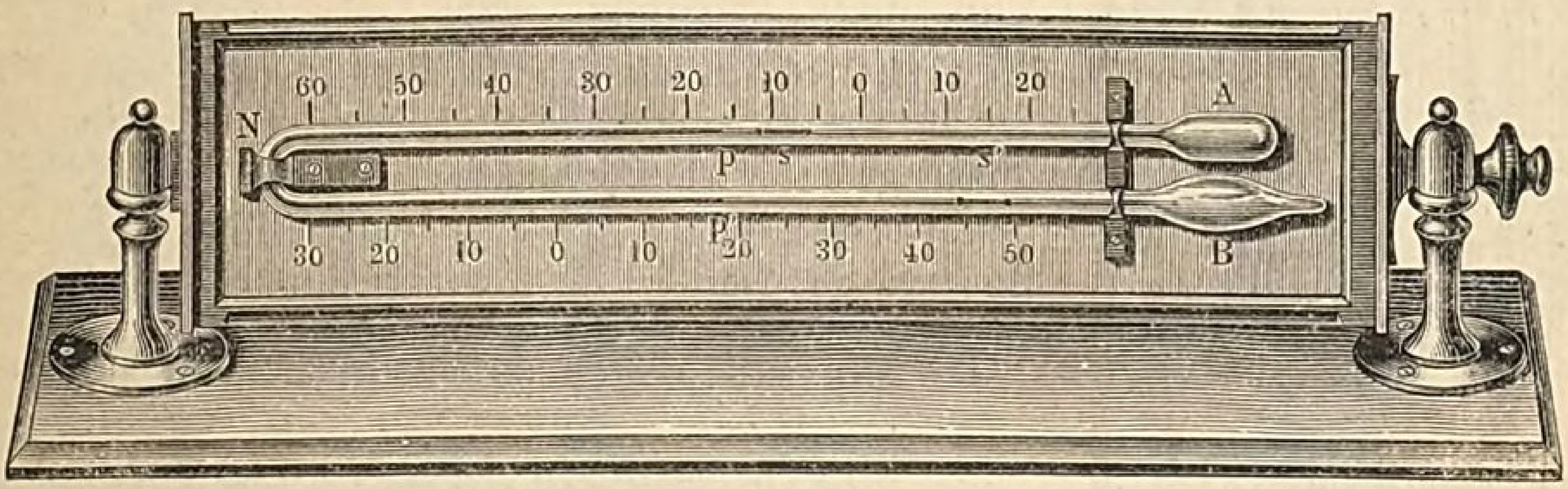


Fig. 5223.

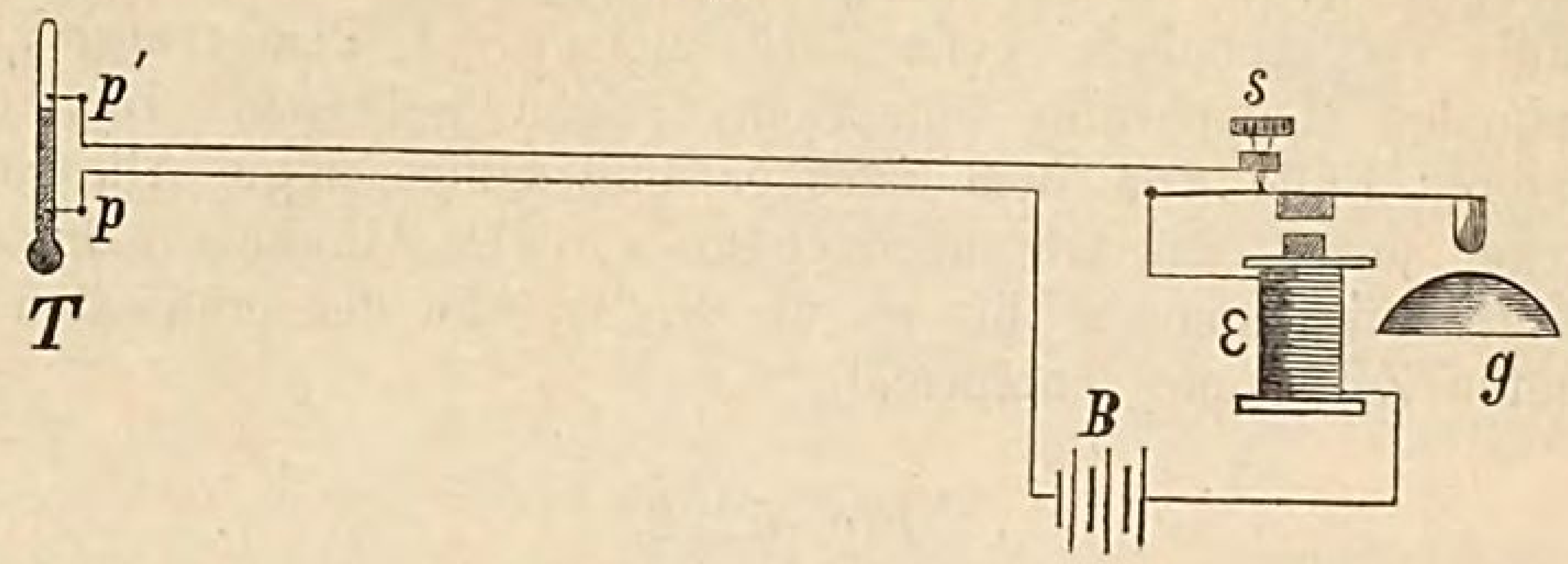


Häufig im Gebrauch, besonders in England, ist auch das sog. Sixthermometer construirt von Six und Bellani. Seine Einrichtung ersieht man aus Fig. 5223, wobei von *A* bis *p* und von *p'* bis *s'* Weingeist-, von *p* bis *p'* Quecksilberfüllung zu denken ist. *s s'* sind Stahlstäbchen, die zu Anfang der Beobachtung mittelst eines Magnets an die Quecksilberoberflächen zu bringen sind. Bei Erhöhung der Temperatur schiebt der Weingeistdampf in *B* den Stift *s* nach rechts, *s'* bleibt liegen. Bei Erniedrigung der Temperatur wird *s'* nach rechts geschoben, während *s* liegen bleibt. *s s'* geben so die Extremtemperaturen eines bestimmten Zeitraumes an. — Ein Maximumthermometer ist auch das Fieberthermometer der Aerzte. Bezüglich dieses Instrumentes, sowie bezüglich der Minimumthermometer von Walferdin, Casella u. A., des Maximumthermometers von Magnus, Geissler etc. verweisen wir auf physikalische Handbücher und Specialschriften.

Besonders bequem sind die als Maximum- und Minimumthermometer eingerichteten Metallthermometer. Das Metallthermometer Fig. 5218 ist ein solches. Statt eines mit *a* verbundenen Zeigers hat es deren zwei zu beiden Seiten von *a*. Dieselben hängen an der Schraube, die den Mittelpunkt der Thermometerspirale bildet, lose und werden nur durch schwache Reibung an den betreffenden Punkten der Scala gehalten. Natürlich kann man auch die anderen Formen der Metallthermometer mit ähnlichen Markirzeigern versehen und sie so zu Maximum-Minimumthermometern umgestalten.

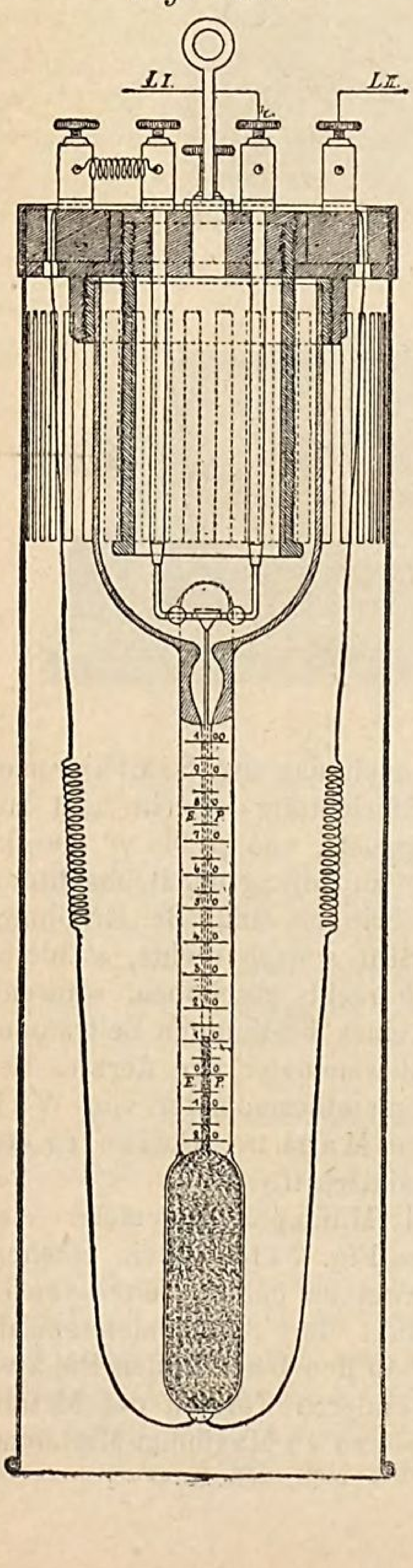
Es liegt nicht selten die Aufgabe vor, einen Raum lange Zeit auf constanter Temperatur zu erhalten, oder ihn wenigstens ein gewisses Maximum oder

Fig. 5224.



Minimum der Temperatur nicht überschreiten zu lassen. Trockenböden, Darräume, Malztennen u. dgl. fordern möglichst constante Temperaturen, und um diese zu controliren, verwendet man Instrumente, welche man als Thermoregulatoren oder auch Thermostate bezeichnet. Sie sind, so wie die automatischen Feuermelder nichts als Minimum- oder Maximumthermometer, die mit einer Signalvorrichtung entsprechend verbunden sind.

Fig. 5225.



Jedes Quecksilber- und jedes Metallthermometer lässt sich leicht zu einem solchen automatischen Temperaturmelder umgestalten. Schmilzt man (Fig. 5224) einen Platindraht p ganz nahe der Kugel eines Quecksilberthermometers ein, einen zweiten p' an der Stelle der zu meldenden Maximaltemperatur und schaltet beide vor eine elektrische Klingel in den Stromkreis einer gewöhnlichen galvanischen Batterie, so wird in dem Augenblick, als das Quecksilber den oberen Platindraht berührt und den Stromkreis schliesst, die Alarmglocke in Function gesetzt.

Eine recht zweckmässige Einrichtung hat z. B. der automatische Feuermelder von Bechtold (Fig. 5225).

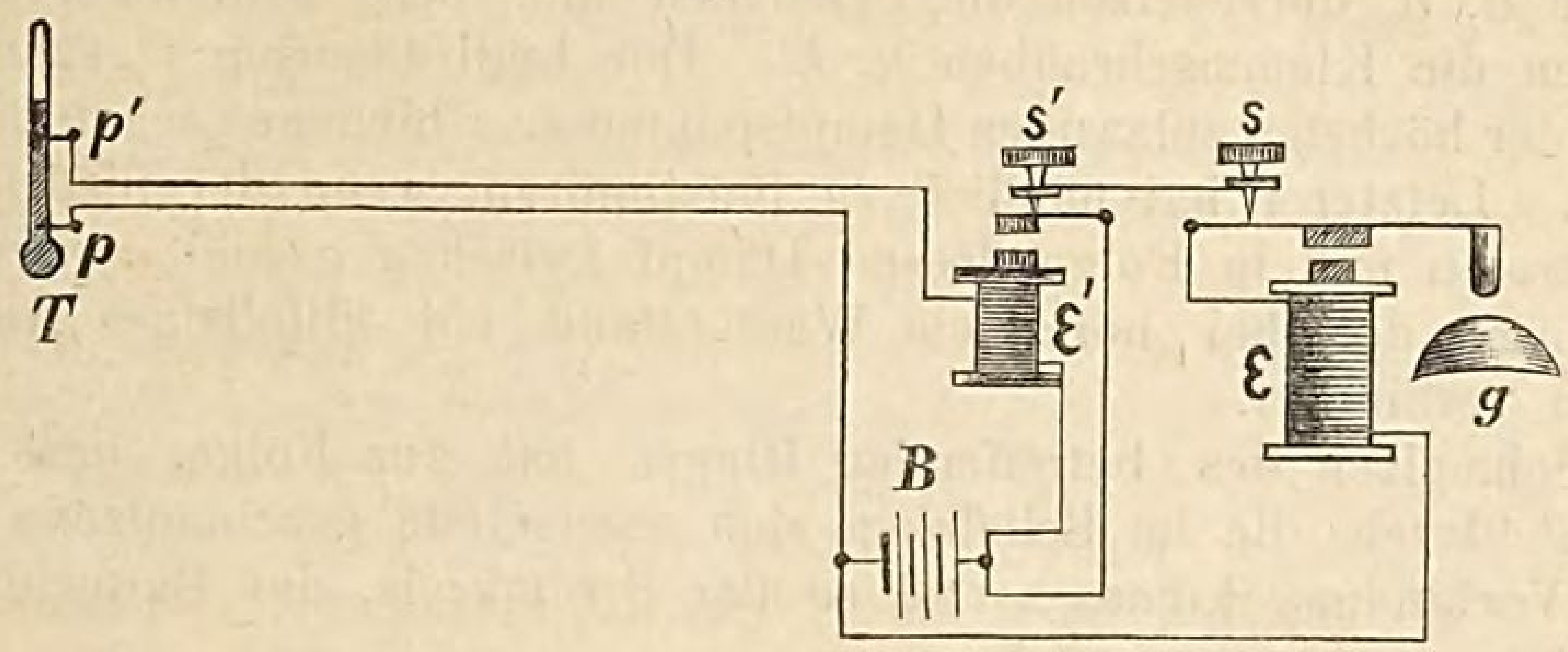
Ein Quecksilberthermometer mit grosscalibrigem Rohr enthält einen Schwimmer aus Glas, der nach oben in einen Platintrichter endet. Dieser Trichter liegt für gewöhnlich auf den zwei kreisförmig ausgebogenen Enden zweier von einander isolirter Platindrähte, die vom Batteriestrom durchflossen werden. Bei Uebersteigung der zu meldenden Temperatur wird der Glasschwimmer, also auch der Platintrichter gehoben, der Contact der zwei Platindrähte aufgehoben und die Alarmglocke in Thätigkeit gesetzt.

Auch um eine Minimaltemperatur zu melden, kann ein so adjustirtes Thermometer verwendet werden; es muss aber diesmal die Klingel in Gang gesetzt werden bei Eintritt der Stromunterbrechung, was durch Einschalten eines Elektromagneten (ε') leicht gelingt (s. z. B. Fig. 5226).

Ein Metallthermometer bedarf nur zweier Contactsäulchen und dreier Klemmschrauben um automatischer Temperaturmelder zu werden. Erstere sind an den Markirzeigern anzubringen, von denen einer im voraus auf die zu meldende Temperatur eingestellt werden muss; letztere stehen mit je einem

dieser Zeiger und mit dem festen Ende der Thermometerspirale in Verbindung. Die Einschaltung in den Stromkreis der Alarmglocke ist selbstverständlich.

Fig. 5226.



Ein etwas anderer Thermostat ist folgender von F e i n (Fig. 5227 u. 5228). In das Rohr *r* passt ein Kolben, welcher durch die Druckfeder *z* nach abwärts gegen den Cylinder *s* gedrückt wird. *s* besteht aus einer bei der zu meldenden Temperatur schmelzenden Substanz, z. B. Stearinsäure (für 70⁰), Wachs (für 61⁰) etc. Sobald das Schmelzen eintritt, geht *c* und damit die Contactfeder *f* nach abwärts, letztere schliesst den Stromkreis einer Alarmglocke, von welcher die Drähte zu den Schrauben *e* und *b* gehen, und so signalisirt das Instrument die gewünschte Temperatur.

Fig. 5227.

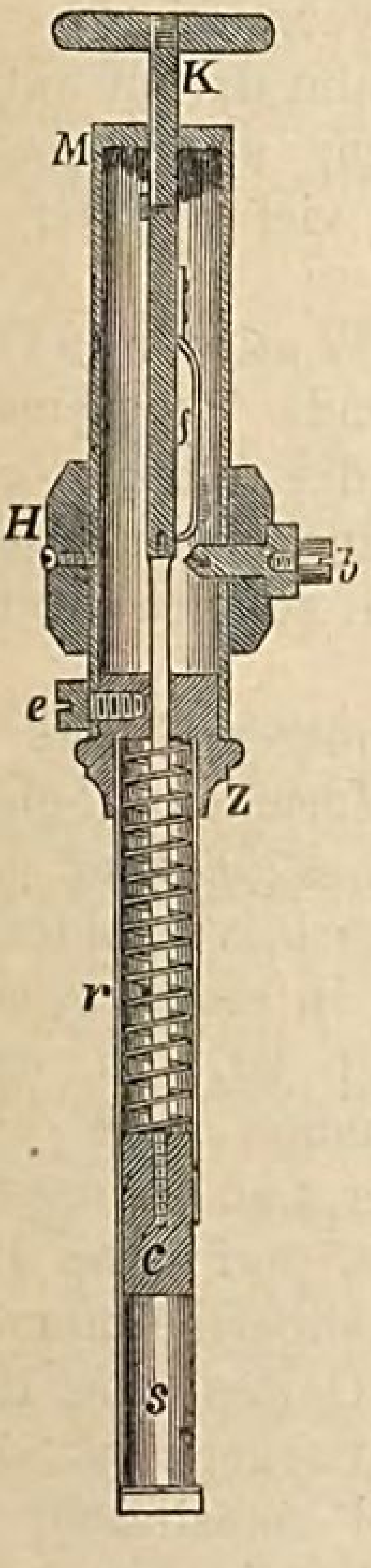


Fig. 5228.

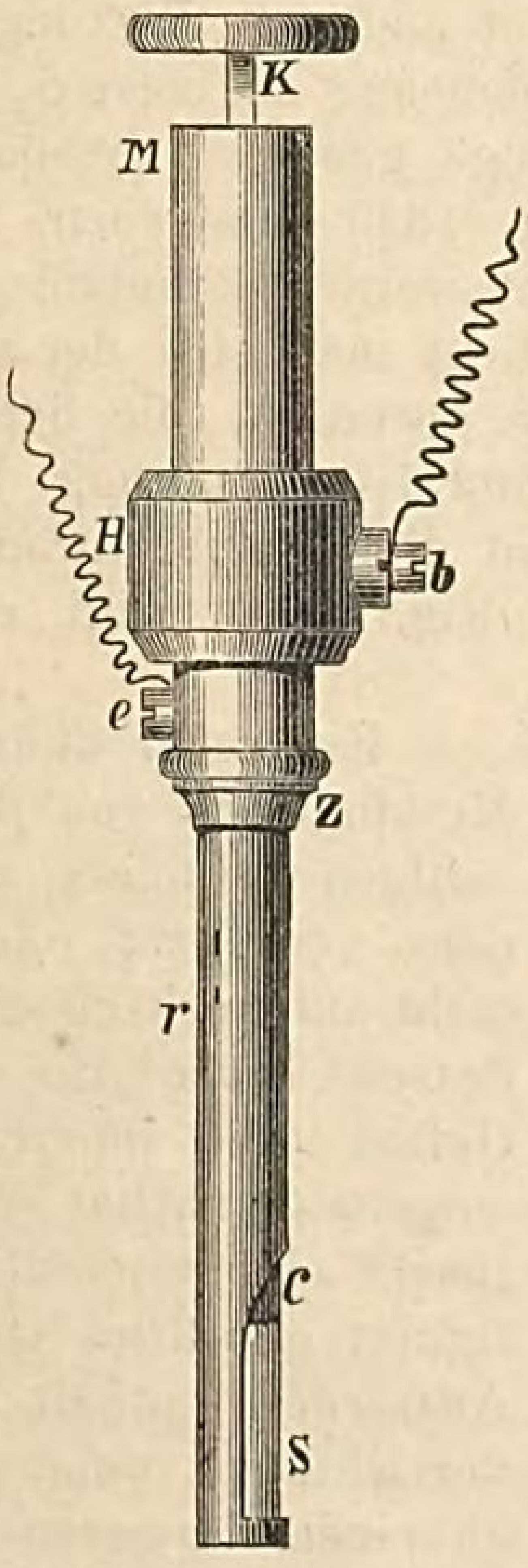
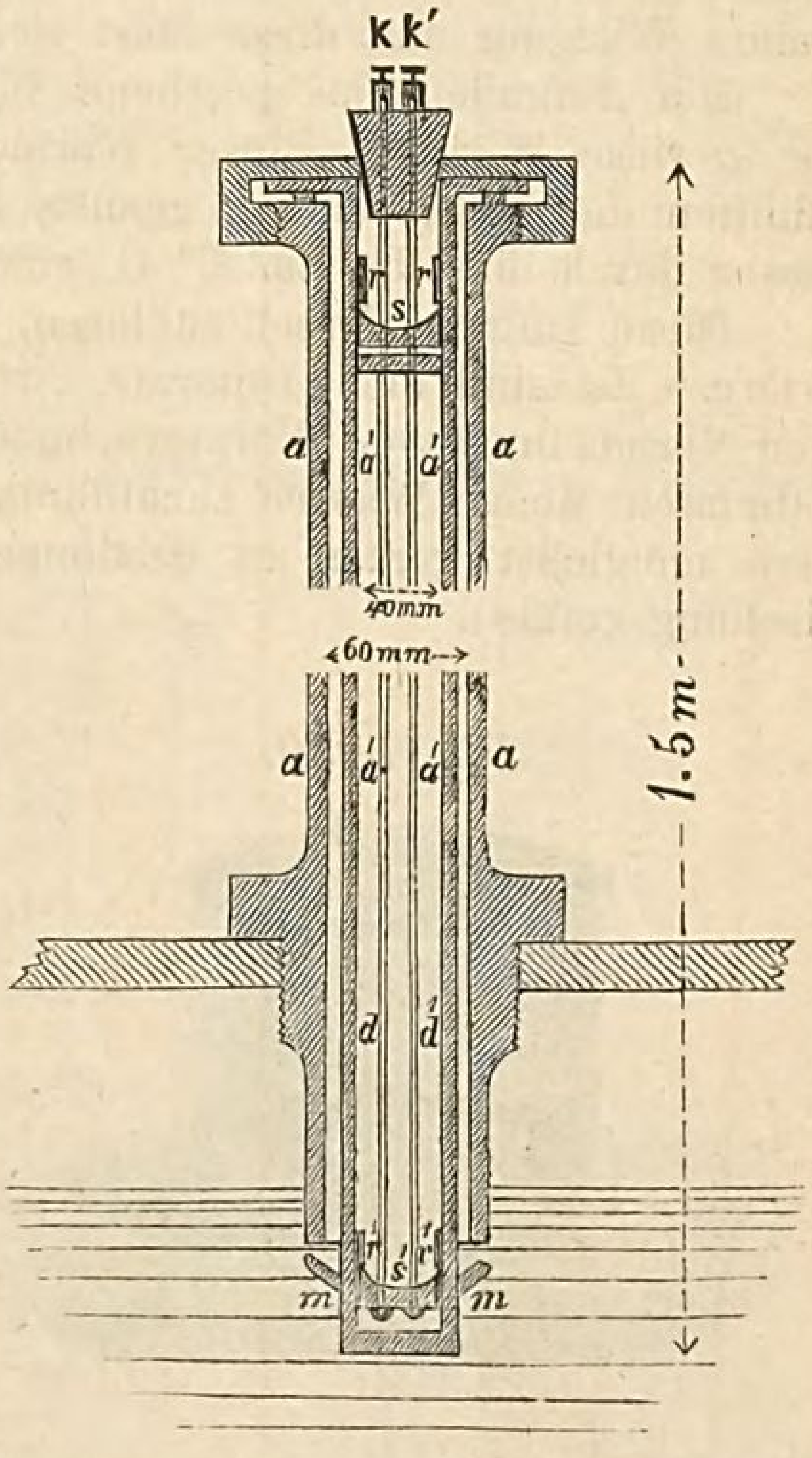


Fig. 5229.



Dergleichen Temperaturmelder sind zu den verschiedensten Zwecken construirt worden. Einer für Dampfkesselbetrieb mag hier noch kurz beschrieben werden. Er besteht (Fig. 5229) aus zwei concentrischen Röhren *a a'*, von denen die äussere aus Eisen oder Stahl verfertigte unten offen ist und bis in das Niveau des zu-

lässig niedrigsten Wasserstandes reicht, während die innere Kupfer- oder Messingröhre unten geschlossen ist und noch etwas tiefer geht. Im Innern des letzteren Rohres ist oben und unten je ein Schälchen aus Porzellan *s*, *s'* eingesetzt, auf dessen Rand ein Ring *r*, *r'* aus einer leicht schmelzbaren Legirung aufliegt. Zwei Drähte *d*, *d'* durchsetzen die Schälchen und den isolirenden Pfropf *p* und tragen aussen die Klemmschrauben *k*, *k'*. Der Legirungsring *r'* schmilzt bei der Temperatur der höchsten zulässigen Dampfspannung, *r* hingegen schon bei niedrigerer Temperatur. Letzterer hat nämlich zu functioniren, wenn der niedrigste Wasserstand eingetreten und in Folge dessen Dampf zwischen *a* und *a'* gelangt ist. *m* ist ein Schirm, der bei normalem Wasserstand ein allfallsiges Aufsteigen von Dampfblasen verhindert.

Das Schmelzen des betreffenden Ringes hat zur Folge, dass die beiden Drähte *d*, *d'* durch die im Schälchen sich sammelnde geschmolzene Metallmasse in leitende Verbindung kommen und so der Stromkreis, der Batterie und Alarmglocke enthält, geschlossen wird.

Es gibt noch eine grosse Menge Constructionen solcher Apparate. Sie sind aber alle ohneweiters verständlich, und wir können uns begnügen, hier auf einige dieser Instrumente hingewiesen zu haben.

Es wäre nun noch der empfindlichen Differentialthermometer zu gedenken, sowie der Thermosäulen als Thermoskope. Die beschränkte Anwendung dieser Instrumente u. z. fast ausschliesslich zum Zwecke wissenschaftlicher Untersuchungen veranlasst uns, es bei deren Erwähnung bewenden zu lassen.

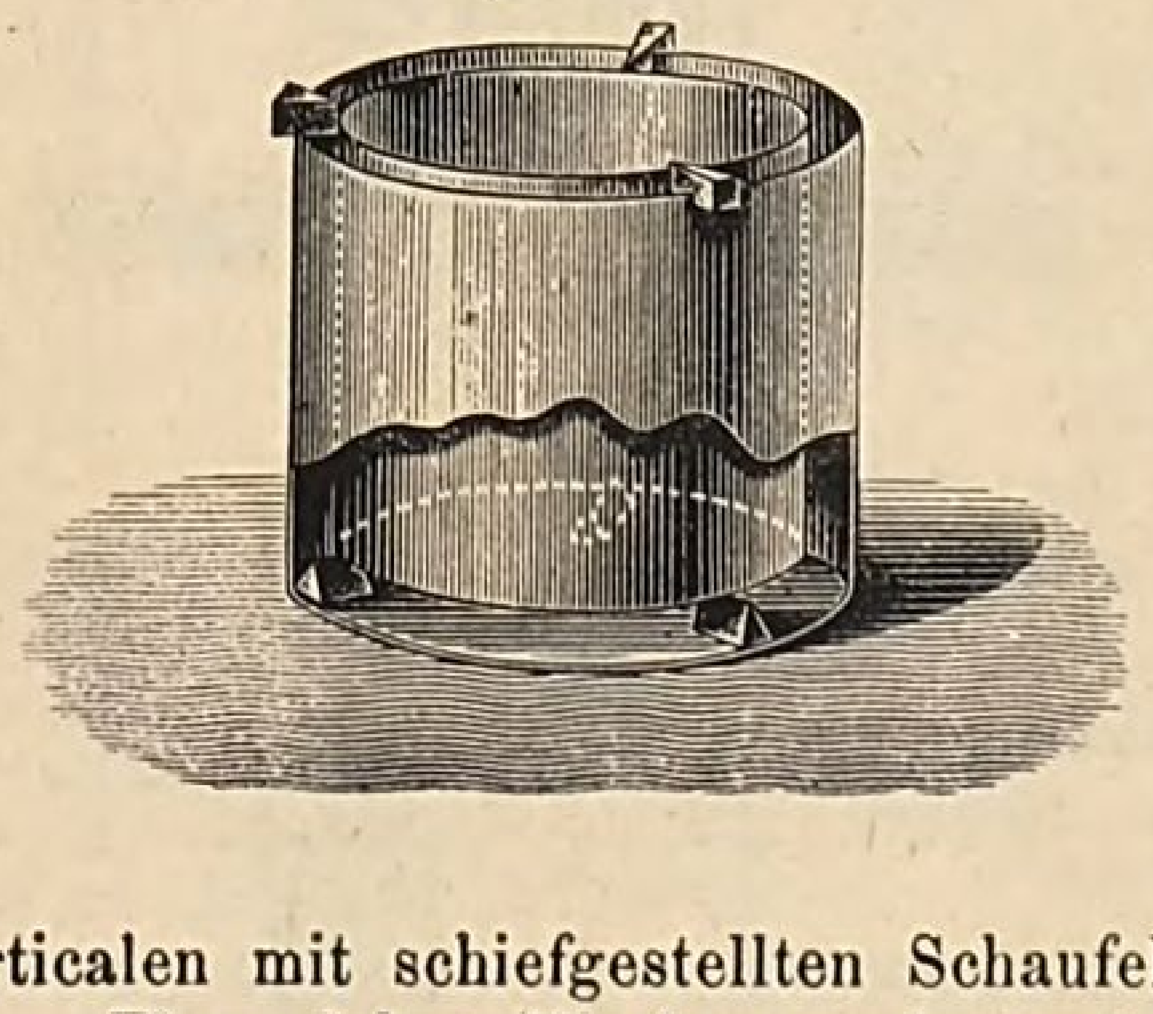
II. Calorimetrie.

Eine Wärmemenge ist nicht etwas, das für sich besteht und kann also mit einem anderen ebensowenig für sich bestehenden Quantum derselben Art nicht unmittelbar verglichen werden. Eine Wärmemenge hat aber eine quantitiv bestimmte Wirkung und diese lässt sich mit anderen Wirkungen vergleichen.

Die Aufgabe, eine gegebene Wärmemenge zu messen, kommt darauf hinaus, eine gewisse Wirkung dieser Wärmemenge genau zu beobachten, also etwa der Definition der Wärmeeinheit gemäss (pag. 164) anzugeben, wie viel *g* (oder *kg*) Wasser durch dieselbe um 1^0 C. erwärmt werden könnten.

Diese Aufgabe direct zu lösen, bedient man sich der sog. Wassercalorimeter. Es sind dies Apparate, welche gestatten, die betreffende Wärmemenge unter Vermeidung von Wärmeverlusten und Hintanhaltung fremder Wärme einer bestimmten Menge Wasser zuzuführen und die Temperaturänderung dieser Wassermasse möglichst genau zu bestimmen. Fig. 5230 zeigt einen solchen Apparat (Mischungsgefäss).

Fig. 5230.



Ein recht dünnwandiges Gefäss aus Messingblech von der Form eines gleichseitigen Cylinders, welches glänzend polirt oder versilbert oder auch vergoldet ist, steht auf Korkschneiden in einem zweiten, dessen Innenseite polirt ist. In dieses Gefäss (das innere) kommt eine abgewogene Quantität Wasser und in dasselbe taucht ein empfindliches, auf seine Richtigkeit geprüftes Quecksilberthermometer. Ausserdem enthält das Gefäss eine Rührvorrichtung, welche entweder aus einem an einem längeren Stiel befestigten, auf- und abbewegbaren Halbring oder einer verticalen mit schiefgestellten Schaufeln besetzten rotirenden Welle besteht.

Ein solches Mischungscalorimeter nimmt von der zu bestimmenden Wärmemenge selbst sehr wenig auf wegen seiner kleinen Masse, es nimmt hingegen sehr rasch die Temperatur des darin befindlichen Wassers an. Wegen der guten Politur der Aussenwände, der zweckmässigen Form (grösster Inhalt bei kleinster

Oberfläche strahlt es ferner möglichst wenig von der zu bestimmenden Wärmemenge aus, infolge seiner isolirten Aufstellung leitet es auch möglichst wenig ab, während dagegen das äussere Gefäss von seiner polirten Innenwand die wenige ausgestrahlte Wärme grösstentheils zurückstrahlt. Der unvermeidliche Wärmeverlust, welcher durch die Erwärmung des Gefässes, des Thermometers und des Rührers hervorgerufen wird, kann stets leicht ermittelt und berücksichtigt werden. Derselbe lässt sich am einfachsten in Rechnung ziehen, indem man durch Vorversuche ermittelt, wie viel Gramm Wasser an Stelle der genannten Apparattheile durch die an letztere abgegebene Wärme um eben so viel Grade Celsius erwärmt würden. Dieser Betrag, Wasserwerth des Calorimeters (μ') genannt, wird dann einfach zu dem Gewichte des ins Calorimeter gebrachten Wassers (μ) addirt und demnach die Sache so gerechnet, als ob man die zu bestimmende Wärmemenge einem etwas grösseren Quantum Wasser zugeführt hätte.

Die durch Strahlung und Leitung veranlassten Wärmeverluste sind bei Versuchen, die rasch (innerhalb $^1/_2$ bis 1 min.) sich abwickeln, zu vernachlässigen. Bei länger währenden Versuchen müssen sie durch den sog. Rumford'schen Kunstgriff eliminirt werden. Derselbe besteht darin, dass man Anfangs- und Endtemperatur des Calorimeters um gleichviel unter, bez. über die Temperatur der Umgebung des Instrumentes fallen lässt in der Voraussetzung, dass dann die Wärmeaufnahme der ersten Periode durch die Wärmeabgabe der zweiten Periode compensirt wird. Bei recht genauen Messungen, z. B. bei thermochemischen Arbeiten, muss dieser Kunstgriff noch modificirt werden, wenn er zum Ziele führen soll. Wir verweisen aber bezüglich dieses Gegenstandes auf die hübschen Erörterungen in Pfaundler's Lehrbuch der Physik.

Was nun die Wärmemenge betrifft, welche dem Wassers des Calorimeters zum Zwecke der Messung zugeführt wird, so kann dieselbe sein die Wärme Q, die ein Körper von bestimmter Masse (m) und Temperatur (t) während des Temperaturausgleiches (τ) mit dem Calorimeterwasser an dieses abgibt; aus derselben kann gerechnet werden die Wärmemenge, welche eine Masseneinheit (g oder kg) bei einer Temperaturänderung um 1° C. abgibt oder aufnimmt, d. i. die specifische Wärme der Substanz. Aus

$$Q = m\,(t - \tau)\,.\,c,$$

worin Q durch das Calorimeter gemessen erscheint: $Q = (\mu + \mu')\,(\tau - t')$, folgt:

$$c = \frac{Q}{m\,(t - \tau)}.$$

Die zu messende Wärme kann sein die Wärme Q, die ein schmelzender Körper von bestimmter Masse m dem Calorimeterwasser entzieht; aus ihr folgt die Schmelzwärme der betreffenden Substanz.

$$Q = m\,.\,\sigma \text{ und } \sigma = \frac{Q}{m}.$$

Die zu messende Wärme kann ebenso sein eine Verdampfungswärme, eine chemische Verbindungs- bezw. Zersetzungswärme, ev. Verbrennungswärme, eine Wärme, die bei Mischung oder Lösung auftritt u. s. w.

In jedem einzelnen Falle erfordert nur die Art und Weise, wie die betreffende Wärmemenge erzeugt und dem Calorimeter zugeführt wird, besondere Massnahmen.

Ein fester Körper muss zuvörderst in einem Oelbade oder im Wasserdampf von 100° auf eine bestimmte Temperatur gebracht und dann unter Vermeidung von Wärmeverlusten, also rasch und auf dem kürzesten Wege in das Calorimeter gebracht werden. Man kann sich zu diesem Zwecke z. B. des in Fig. 5231 abgebildeten Erhitzungsapparates bedienen. G ist ein Blechgefäss, welches durch d mit der freien Atmosphäre communicirt, R die Eprouvette, in welche der zu erwärmende feste Körper kommt, B eine Baumwollkappe zum Schutz gegen Abkühlung.

Ebenso muss eine Flüssigkeit auf eine bestimmte Temperatur gebracht und entweder auch möglichst rasch mit dem Calorimeterwasser gemischt oder gleichfalls in einem Gefässe in das letztere eingestellt werden.

Fig. 5231.

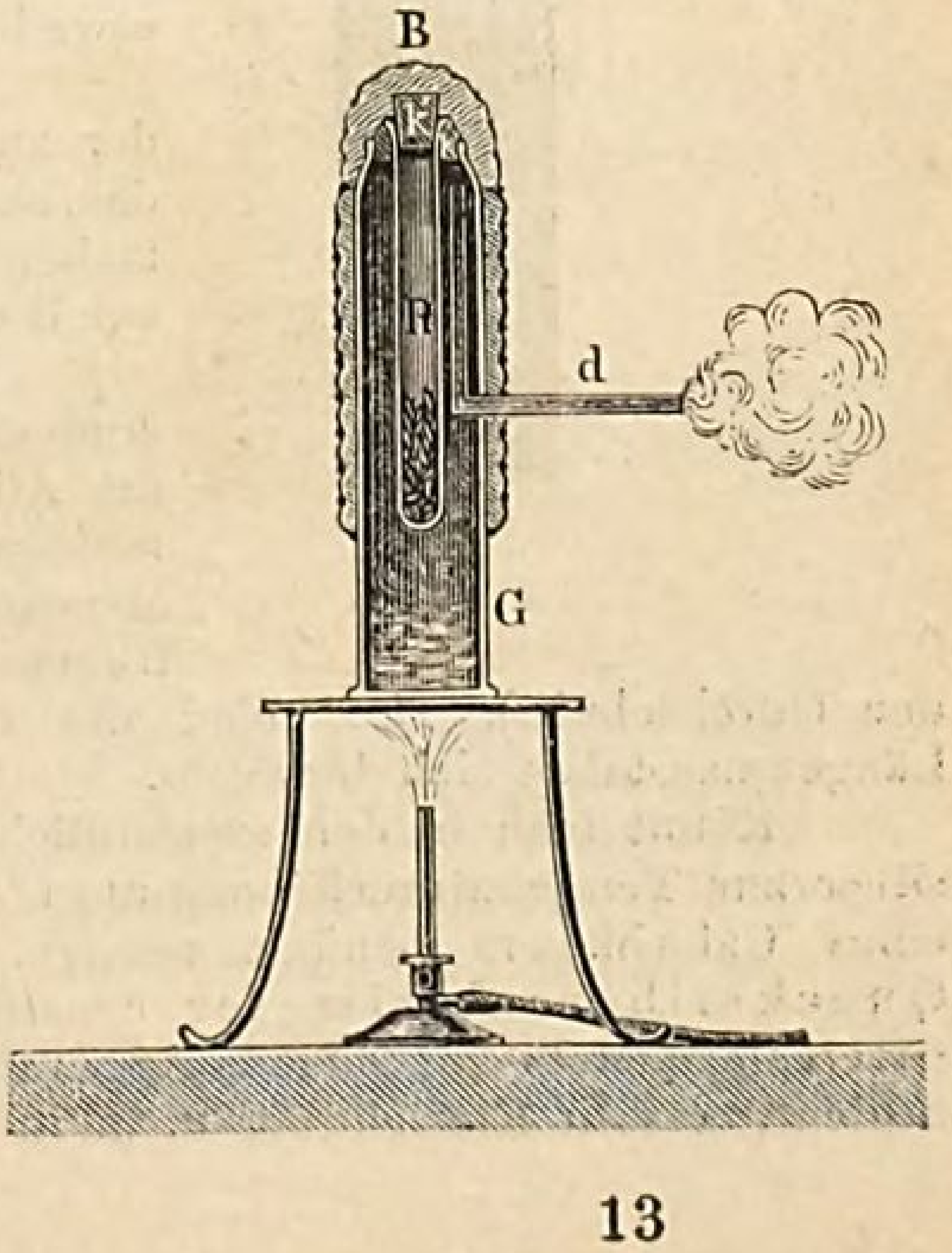
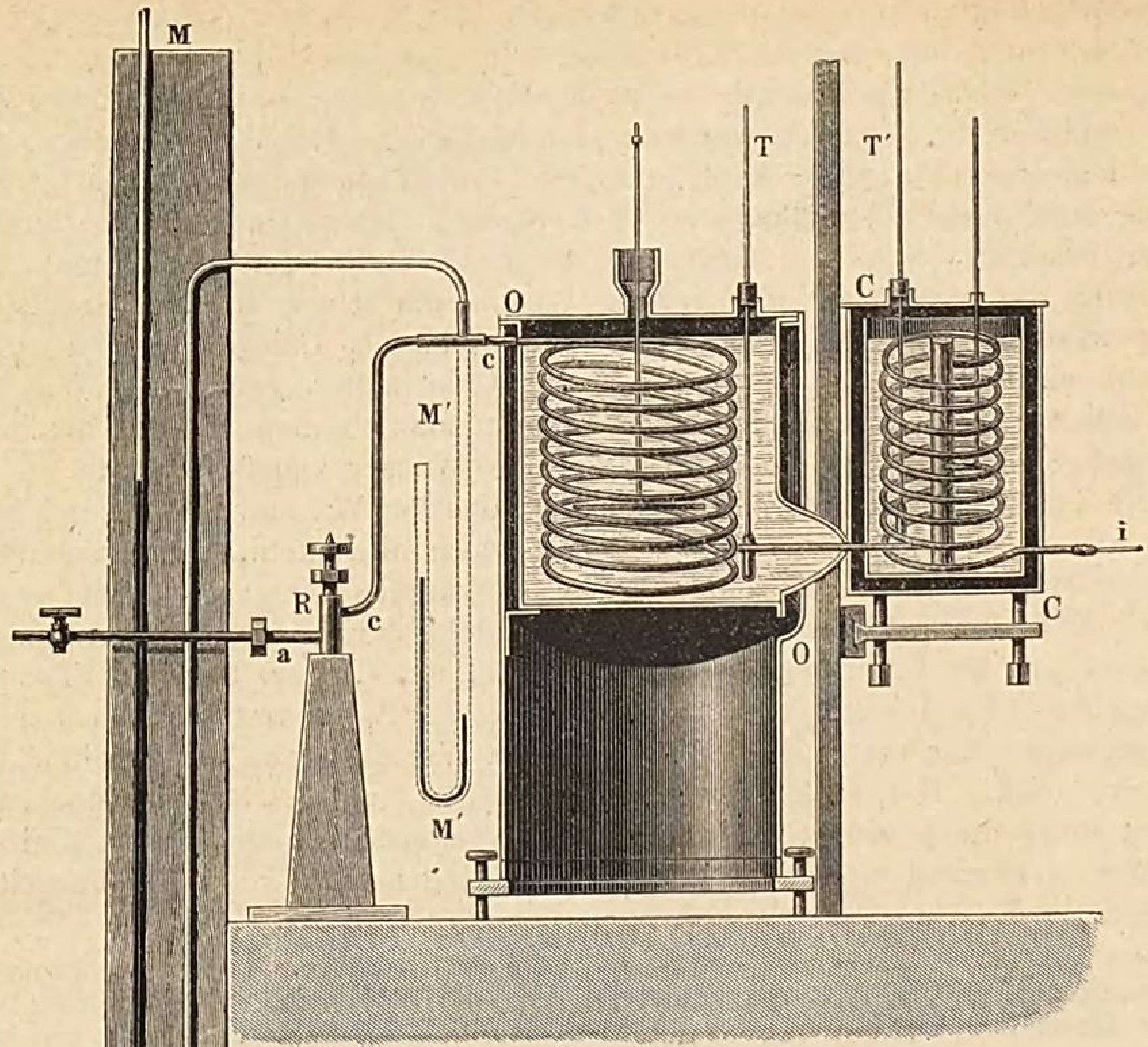
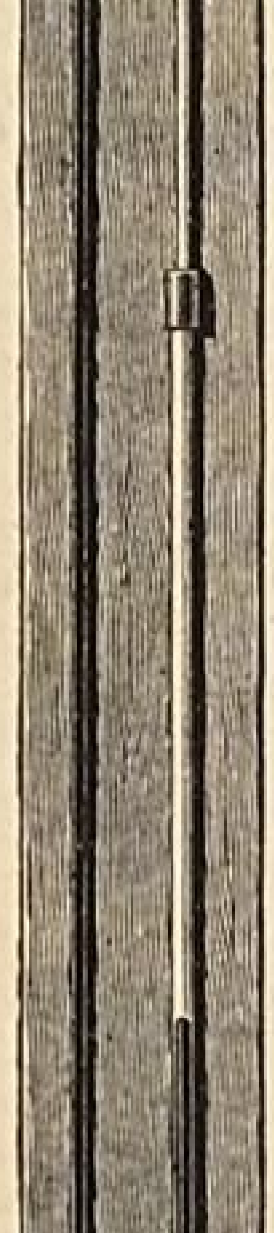


Fig. 5232.





Bei einer Wärme, die von einem Gase abgegeben werden soll, ist für Durchleitung eines continuirlichen Gasstromes durch das Calorimeterwasser und für Messung der in gegebener Zeit durchgeleiteten Masse zu sorgen. Das ist z. B. bei dem Apparate von Regnault (Fig. 5232) der Fall. Aus einem Gasbehälter kommt durch die Rohrleitung *a c* der Gasstrom, wird im Oelbad *O* auf eine an *T* beobachtbare Temperatur erwärmt und gelangt so in das Schlagenrohr im Calorimeter *C*, wo er an das Calorimeter Wasser die zu bestimmende Wärmemenge abgibt. Zur Bestimmung der Masse des durchgeströmten Gases wird mittelst des Manometers *M* der Druck des Gases vor und nach dem Versuche im Reservoir genau gemessen.

Bei Bestimmung von Verbrennungswärmen muss für einen Verbrennungsraum innerhalb des Calorimeters gesorgt sein, wie etwa bei dem Apparate von Favre und Silbermann (Fig. 5233). *A* ist dieser Raum. In denselben wird durch das Rohr *o* der zur Verbrennung nothwendige Sauerstoff, durch das Rohr *b* das zu verbrennende Gas eingeführt; die Verbrennungsproducte ziehen durch das Schlangenrohr *s* ab. (*a* und der Spiegel *c* dient zur Beobachtung des Ganges der Verbrennung, *q* ist der Rührer.)

Handelt es sich um Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes, so muss, wie etwa bei Joule's Apparat (Fig. 5234 *a*) die Abgabe der durch Reibung erzeugten Wärme an das Calorimeterwasser gesichert werden, während gleichzeitig für die Messung der aufgewendeten mechanischen Arbeit Sorge getragen werden muss. *A* ist das Calorimeter (Fig. 5234 *b* zeigt den Durchschnitt), *B D* sind die treibenden, Arbeit leistenden Gewichte, die längs eines Längenmasstabes sich bewegen.

Kennt man in den gewöhnlichen Einheiten die Wärmemenge, welche 1 *g* (*kg*) Quecksilber zur Temperaturerhöhung um 1° C. benöthigt, so kann auch diese Flüssigkeit als Füllung eines Calorimeters benützt werden. In der That haben Favre und Silbermann ein Quecksilbercalorimeter construirt und benützt. Ebenso hat Puluj sich eines Quecksilbercalorimeters bei seinem Apparate zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes bedient, dessen Einrichtung u. a. in Pfaundler's Lehrbuch beschrieben und abgebildet ist.

Aber auch aus einer anderen Wirkung als der blossen Erwärmung der Calorimeterfüllung kann eine gegebene Wärmemenge bestimmt werden, sobald diese Wirkung in obiger Weise untersucht und erkannt ist: aus der Schmelzung von Eis nämlich. Darauf beruhen die Eiscalorimeter.

Ihre Einrichtung und Anwendung beruht auf der Ueberlegung, dass man, sobald bekannt ist, welche Wärmemenge die Masseneinheit Eis zur Schmelzung bedarf, nur die Masse des Eises (m) zu eruiren braucht, die durch die zu bestimmende Wärmemenge Q im Calorimeter geschmolzen wird. Man hat aber aus Versuchen der oben beschriebenen Art gefunden, dass 1 *kg* Eis 80 Cal. zum Schmelzen erfordert, es ist also:

Fig. 5233.

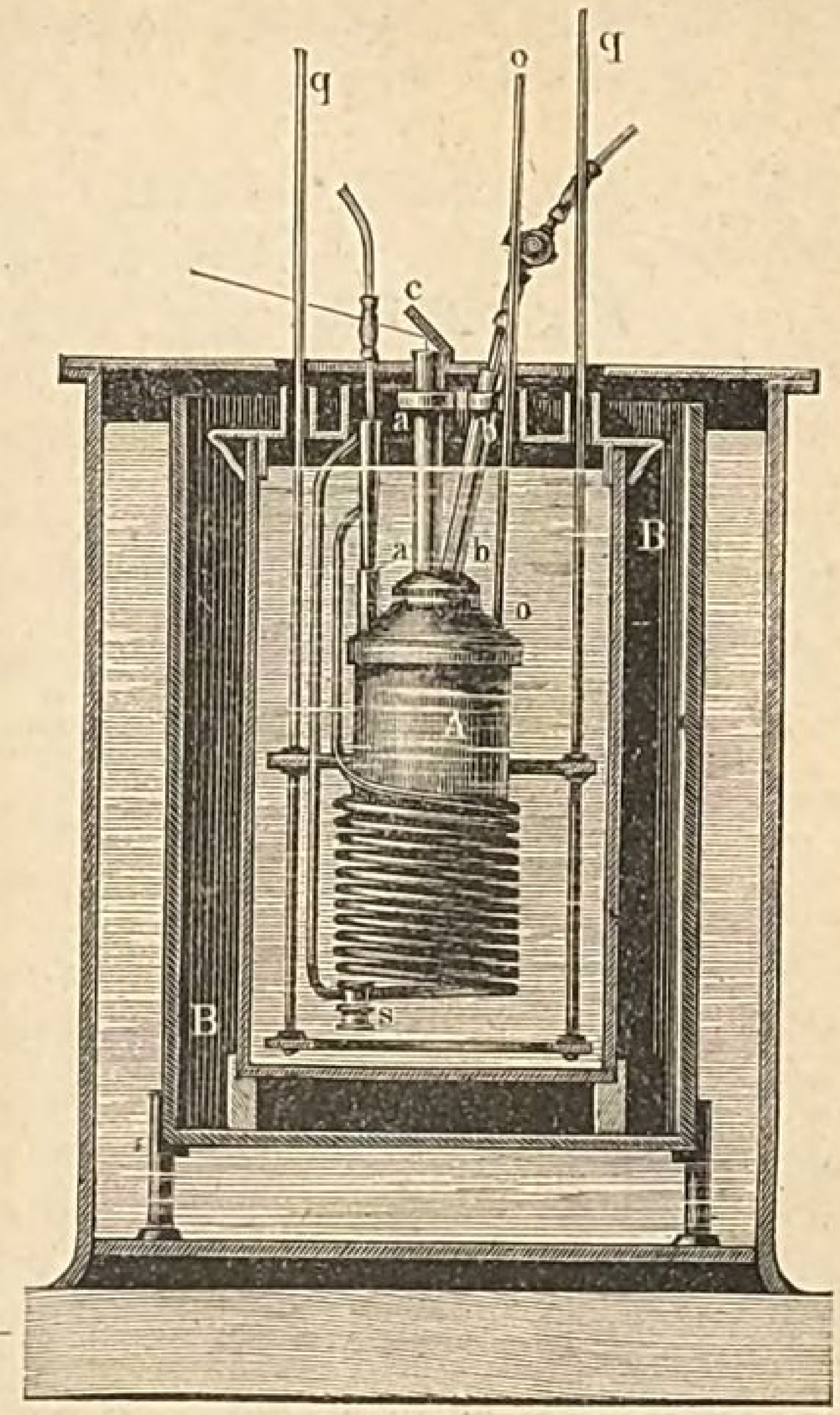


Fig. 5234 a.

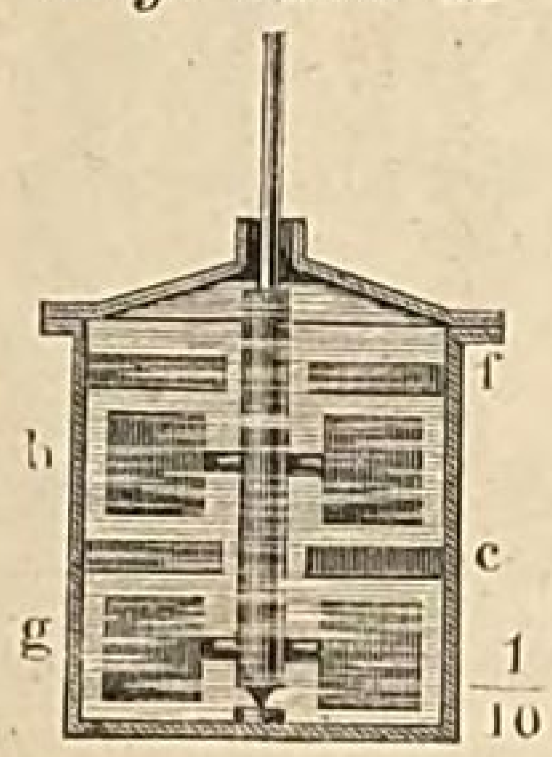
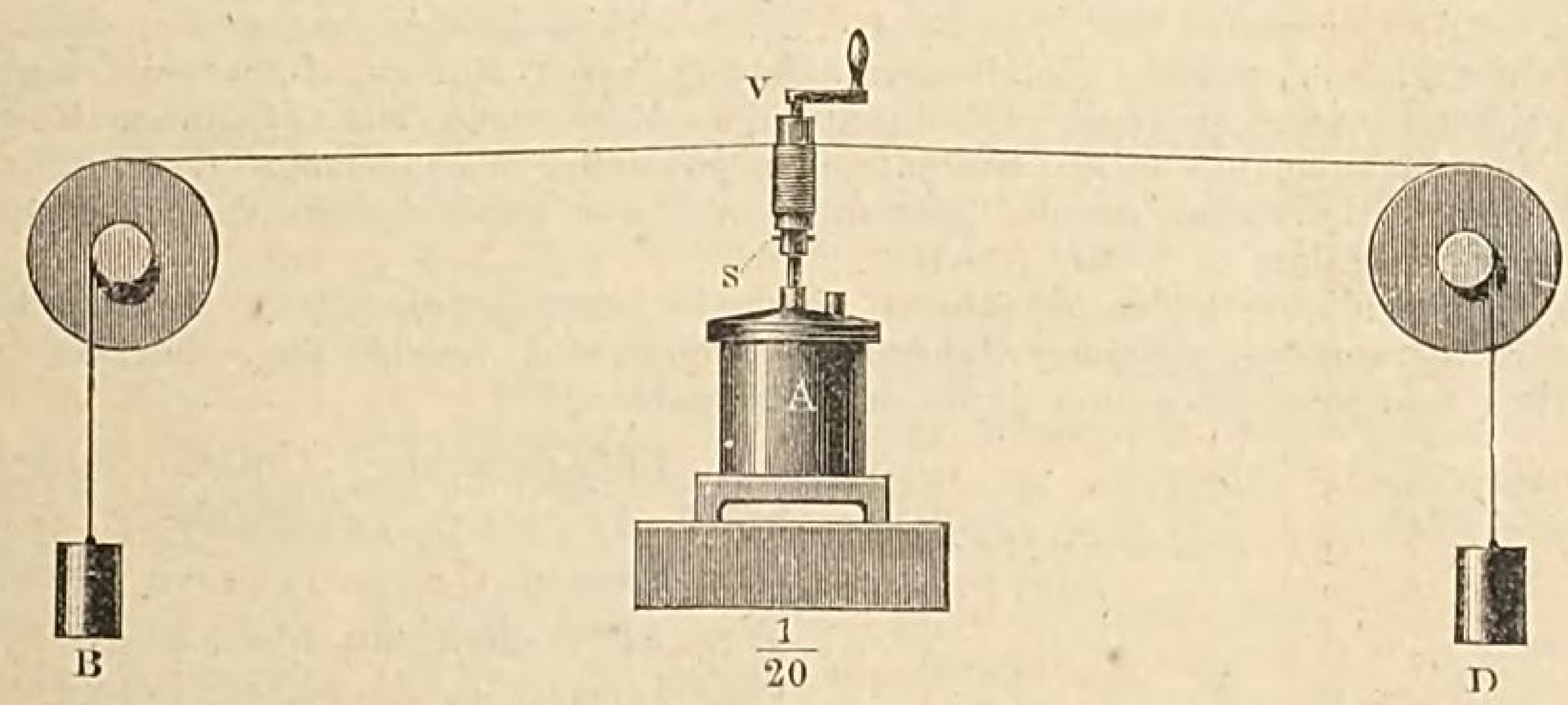


Fig. 5234 b.



$$Q = m \, . \, 80 \text{ Cal.}$$

Das einfachste Eiscalorimeter ist nach Black ein ausgehöhlter Eisblock mit Eisdeckel. Etwas complicirter ist das Eiscalorimeter von Lavoisier und Laplace (Fig. 5235 *a*); dessen Einrichtung ist aus der Figur (a. f. S.) unmittelbar zu entnehmen. Das vorzüglichste aber und für genaue Messungen allein brauchbare Eiscalorimeter ist das von Bunsen (Fig. 5235 *b*).

Der Hauptbestandtheil dieses Instrumentes ist der Glasapparat $P W Q$, welcher in einen doppelwandigen Blechkasten A eingelassen wird. Die Glasröhre P, Proberohr genannt, ist in das weitere Gefäss W bis auf ein kurzes Stück eingeschmolzen, W geht in das U-förmig gebogene Rohr Q über, das durch die Stahlfassung F im Deckel des Blechkastens hindurchgeht und mit einem circa 1 *m* langen, sorgfältig getheilten Capillarrohr R communicirt.

W wird mit destillirtem Wasser gefüllt, Q mit Quecksilber, das auch noch in R sich theilweise ausbreitet. In das Proberohr P wird anfangs eine Eprouvette mit Kältemischung gesenkt, bis um P herum eine Eisschichte E sich gebildet hat; dann kommt die zu prüfende Substanz in die Proberöhre. Der Blechkasten ist mit Eis, die Doppelwand mit Sägespänen gefüllt.

Die Bestimmung der Masse m erfolgt bei Blak's und Lavoisier's Apparat durch Wägung, eventuell Volumsbestimmung des Schmelzwassers. Bei Bunsens Instrument wird dieselbe mit Hilfe der bekannten Volumsverminderung des Eises beim Schmelzen vorgenommen.

Fig. 5235 a.

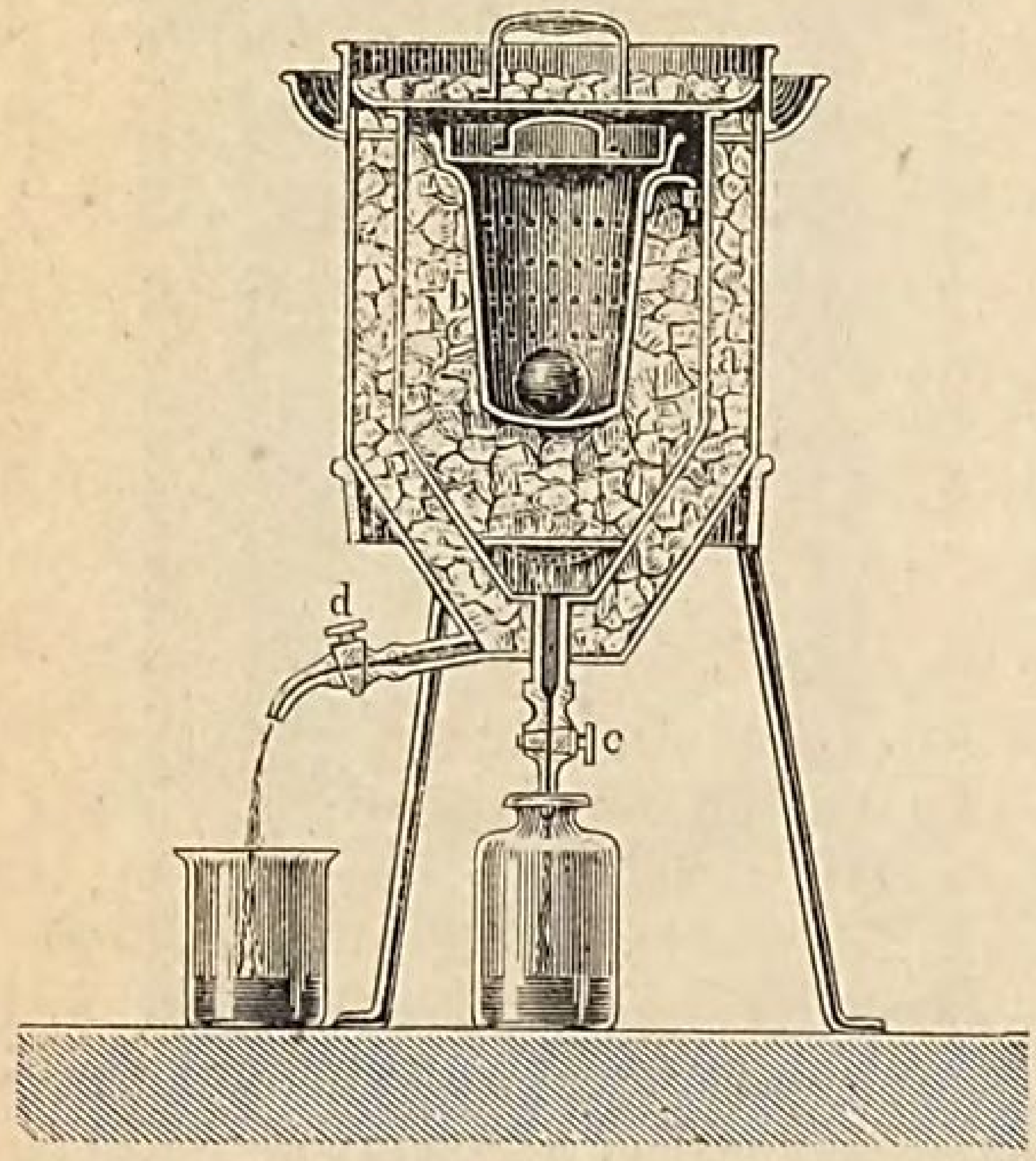
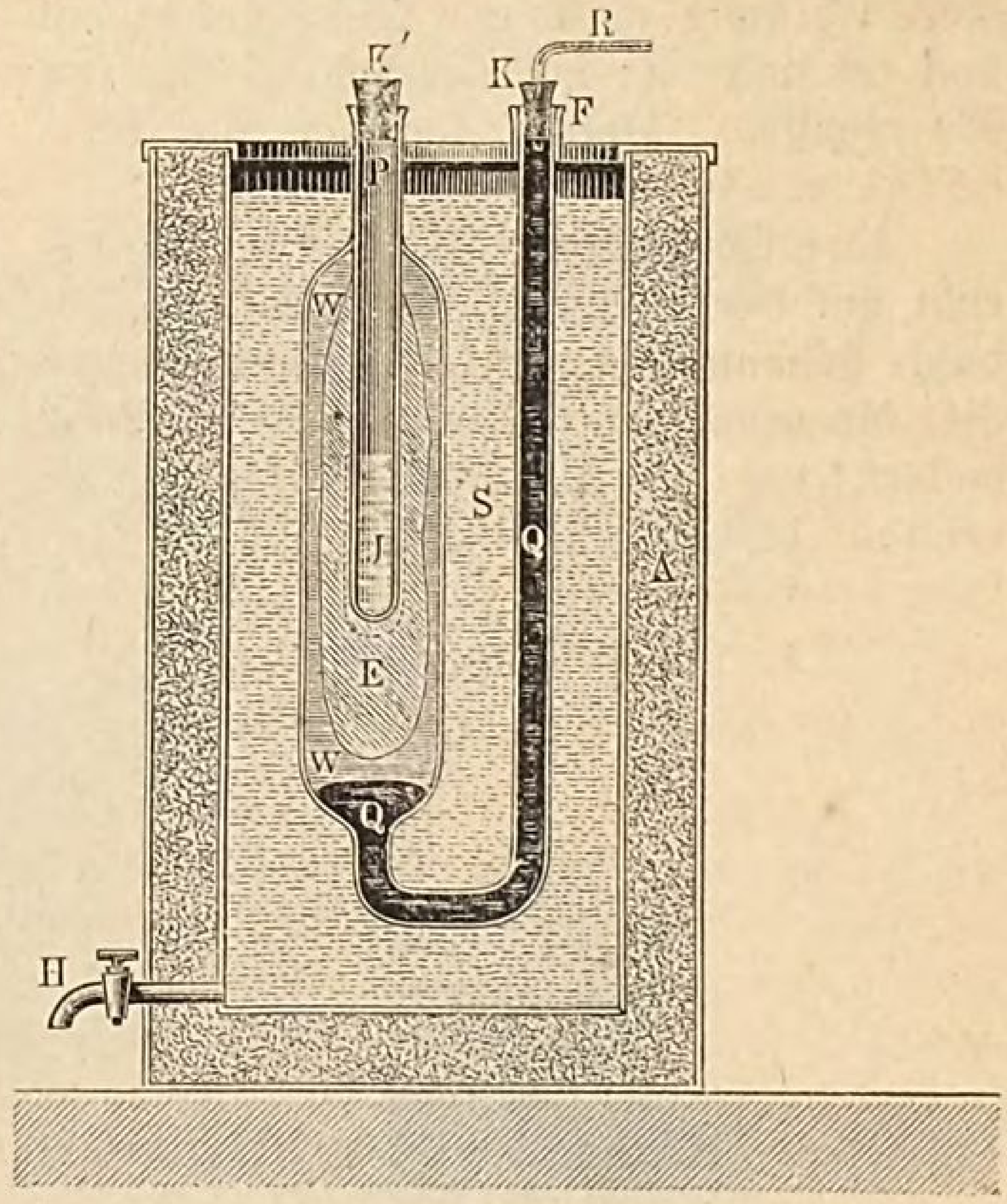


Fig. 5235 b.



Wenn nämlich ein Theil des Eises E (Fig. 5235 b) durch Aufnahme der vom Probekörper J abgegebenen Wärme geschmolzen worden ist, wird infolge der Contraction beim Schmelzen etwas Quecksilber in das Gefäss W dringen müssen und also im Capillarrohr R der Quecksilberfaden zurückweichen. Bei 2-, 3-, 4- . . . n-facher Masse geschmolzenen Eises wird natürlich eine 2-, 3-... n-fache Volumsverminderung, somit eine 2-, 3-, n-fache Verschiebung des Quecksilberfadens stattfinden. Ist durch einen Vorversuch mit bekanntem Körper J die bei einer Verschiebung um einen Scalentheil abgegebene Wärmemenge festgestellt, so gibt eine einfache Multiplication dieser Constanten mit der beobachteten Verschiebung die betreffende Wärmeabgabe.

Die Gebrechlichkeit des Apparates einerseits, die Schwierigkeit der Erhaltung des Eises um W herum bei wärmerer Jahreszeit andererseits, beschränken den Gebrauch des sonst trefflich functionirenden und genauen Instrumentes.

Fig. 5236 a.

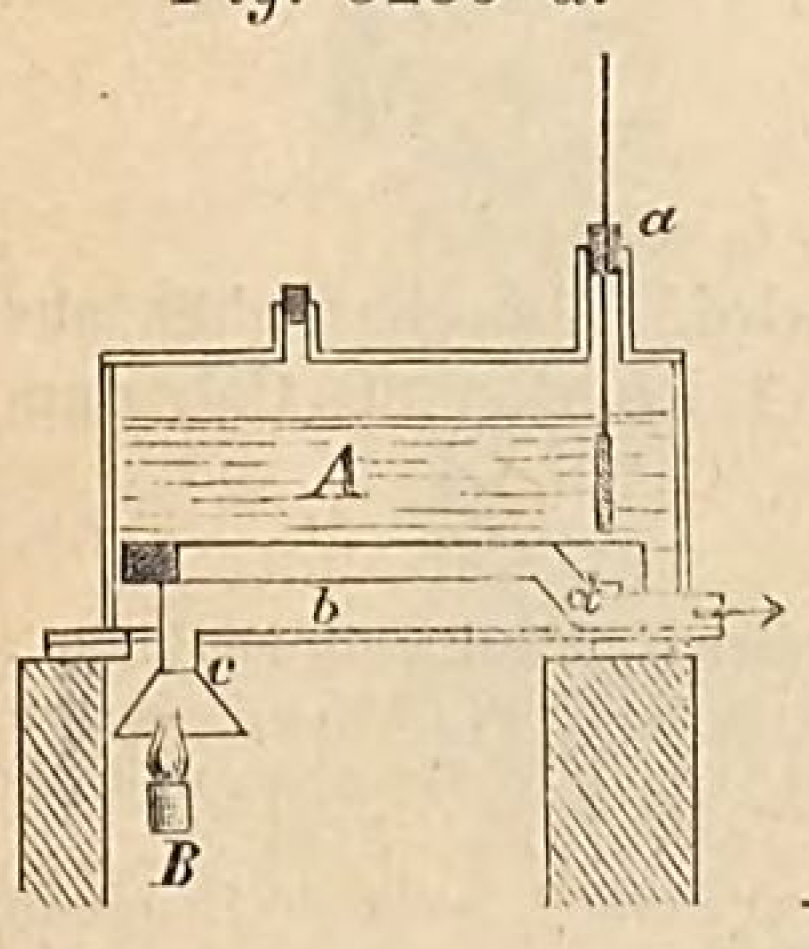
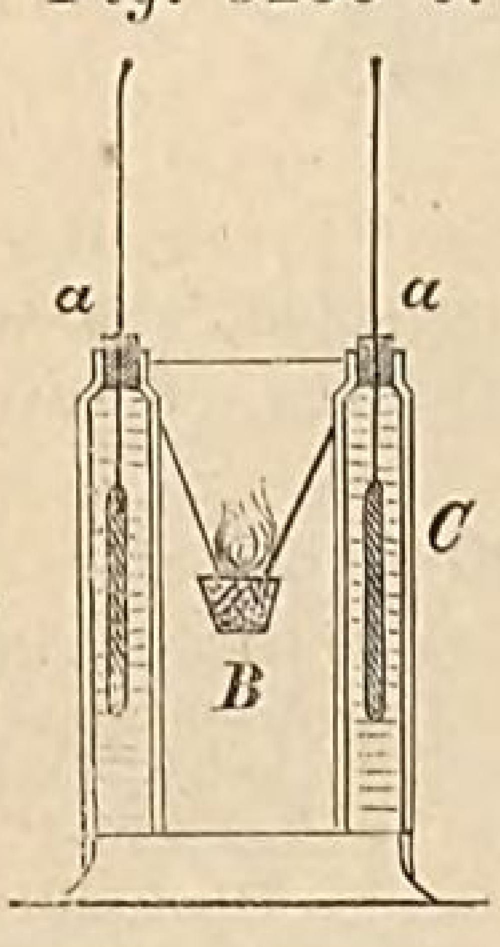


Fig. 5236 b.



Für manche Untersuchungen sind auch Apparate zweckmässig, die unter dem Namen Caloriferen bekannt sind. Wir übergehen sie aber hier, sowie die Calorimeter, in denen die bekannte, durch einen elektrischen Strom erzeugte Wärmemenge zu den weiteren Schlüssen verwendet wird, und wollen nur noch der Calorimeter gedenken, die zu Untersuchungen in grösserem Masstabe, wie ihn technische Zwecke erfordern, dienen. Rumford's Calorimeter (Fig. 5236 a) besteht aus dem Blechkasten A, in welchem in horizontalen Windungen das Schlangenrohr $c\,b\,d$ sich befindet und in welchen bei a ein Thermometer eingesenkt ist. Der Kasten ist mit Wasser gefüllt, das gewogene Brennmaterial B befindet sich unter der trichterförmigen Erweiterung des Schlangenrohres, durch welches die verbrannte Luft streicht und ihre Wärme an das Calorimeterwasser abgibt. Die Resultate sind sehr ungenau.

Etwas bessere, wenigstens für die Technik brauchbare Ergebnisse lieferte Péclets Calorimeter, welches sonst die Einrichtung des Rumford'schen

hat, aber zur Aufnahme des Brennstoffes (Fig. 5236 *b*) einen Cylinder *C* mit doppelten Wänden besitzt, dessen Mantel mit Wasser gefüllt und mit Thermometern *a* ausgestattet ist, so dass auch die vom Brennmaterial ausgestrahlte Wärmemenge bestimmt werden kann, wodurch eine Hauptfehlerquelle der älteren Rumford'schen Methode vermieden wird.

Ein sehr zweckmässiges Calorimeter für technische Zwecke hat ein Comité des österr. Ingenieur- u. Architekten-Vereines projectirt; es ist u. a. beschrieben im XIV. Jahrg. (1882) der „Technischen Blätter" pag. 230.

Die mit Hilfe vorstehender Apparate und Methoden erhaltenen Resultate sind in dem Art. Wärme u. a. schon mitgetheilt. *Dr. Eduard Maiss.*

Wärmerecuperator, wesentlich gleichbedeutend mit Wärmeregenerator, vgl. Regenerativ-Feuerung, s. b. Gasfeuerung III pag. 692.

Wärmeschutzmasse, Isolirungsmasse, s. Trockenmasse IX pag. 634.

Wärmespectrum, s. Wärme X pag. 174.

Wärmestrahlung, s. Wärme X pag. 173.

Wärmetönung, s. Wärme X pag. 169.

Wäsche chemische. Chemisch trockene Reinigung, d. i. eine Art der Reinigung von Stoffen und Kleidungsstücken ohne Anwendung von Wasser oder höchstens einer stellenweisen Benetzung mit Wasser oder wässrigen Flüssigkeiten, die man in solchen Fällen anwendet, wo das Gewebe oder die Farbe der Stoffe die Einwirkung der gewöhnlichen Waschmittel nicht vertragen. Das hiefür angewendete Verfahren besteht gewöhnlich in einer Behandlung der zu reinigenden Stoffe mit Benzin. Man sortirt nach ihrer Farbe und Qualität die Stücke in weisse, hellfärbige und dunkelfärbige, dann seidene, sammtene und wollene, benetzt die schmutzigsten Stellen derselben mit Benzin (Petroleumäther, Ligroin) und bürstet sie mit in Benzin getauchten Bürsten. Bei feineren Geweben, wie Gaze u. dgl., welche das Bürsten nicht vertragen, wendet man weichhaarige Pinsel an. Die so vorbereiteten Stücke werden nun in einen Apparat eingelegt, welcher wesentlich aus einer, in einen verschliessbaren Kasten aus Blech eingesetzten, aus Latten gebildeten Trommel besteht, welche mittels eines aussen angebrachten Antriebes in Rotation versetzt werden kann. Der Blechkasten wird soweit mit Benzin (Petroleumäther) gefüllt, dass die Trommel etwa 10—15^{cm} tief in die Flüssigkeit eintaucht. In diese Trommel werden die zu waschenden Stücke, u. z. immer nur möglichst Gleichartiges zusammen eingelegt, und nachdem der Kasten verschlossen wurde, die Trommel in rotirende Bewegung (15 bis 20 Umdrehungen per Minute) versetzt und, je nach Bedarf 15, 20—30 Minuten in Rotation erhalten. Hierauf werden die Stücke in eine mit reinem Benzin gefüllte Spülwanne übertragen und abgespült, worauf sie in einer Centrifuge ausgeschleudert und in einem stark geheizten Trockenraume getrocknet werden. Sind durch diese Behandlung Fett- und Oelflecke entfernt, so werden die Stücke einer sorgfältigen Musterung unterworfen und noch vorhandene Flecken aufgesucht. Solche rühren entweder von Harzen, Wachs, Stearin, Firnissen oder aber von zuckerhältigen, stärke- oder gummihältigen Substanzen, bez. von eigentlichen Farb- oder Extractivstoffen her. Zur Entfernung dieser genügt häufig ein Bürsten oder Reiben mit trockenen Bürsten oder Lappen, oder aber ein Abreiben mit Wasser, bei Wachs, Stearin und Harzen, wohl auch mit starkem Spiritus, und nur bei alten eingetrockneten Flecken von fettem Firnisse oder Oelfarben wird es nothwendig, dieselben mit Baumöl aufzuweichen und die Stücke sodann nochmals mit Benzin zu waschen. Wichtig ist es bei dem Ausbringen der restlichen Flecke mit Wasser oder Alkohol, denen unter Umständen wohl auch etwas Säure zugesetzt werden muss, darauf zu achten, dass nasse Flecke auf gefärbten Zeugen, namentlich auf Seide, beim Eintrocknen leicht dunkelfärbige Ränder hinterlassen, deren Bildung dadurch vermieden werden kann, dass man die feuchten Stellen bis zur Trocknung mit einem weichen Lederlappen reibt, oder, nach dem leichten

Abpressen, mit trockenem Gypsmehl bestreut und so trocknen lässt, worauf man durch Abbürsten den Gyps entfernen kann. Sind auf den zu reinigenden Zeugen Flecke vorhanden, welche durch irgend eine chemische Einwirkung auf den Farbstoff des gefärbten Zeugs entstanden sind, so wird man zur Entfernung derselben natürlich noch andere Mittel in Anwendung zu bringen haben, für welche sich allerdings keine allgemeine Vorschrift geben lässt. Es wird in solchen Fällen zum Ausbringen von derlei Flecken nicht selten nöthig, die Natur der Substanz, welche den Fleck hervorgebracht hat, zu ermitteln, und nach Massgabe dieser Erfahrung den Weg zu wählen, der zur Aufhebung der Wirkung dieser geeignet ist. Allgemein wird man für die Beseitigung der durch Säuren hervorgebrachten Flecken, meist, wenn nicht bereits eine Zerstörung des Farbstoffs stattgefunden hat, mit verdünntem wässrigem Ammoniak das Auslangen finden, während zur Entfernung von durch Alkalien (Lauge) hervorgebrachten Flecken sich die Anwendung von schwacher Essigsäure oder sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure empfiehlt. Sind Flecke zu beseitigen, welche durch eine weitergehende Zerstörung der Farbe hervorgerufen wurden, so bleibt oft nichts anderes übrig als durch Nachfärbung der entfärbten oder veränderten Stellen zu helfen. *Gtl.*

Wäschemerktinte, s. Tinte IX pag. 496.

Wäschezeichenpasta. Dieses von R. Kayser (Mitthlg. d. Bayr. Gew. Mus. 49 pag. 135) empfohlene Präparat besteht aus einer Pasta, welche durch inniges Mischen von 20 Thl. feinzerriebenem Kupfervitriol mit 30 Thl. chlorwasserstoffs. Anilin, 10 Thl. Dextrin und 5 Thl. Glycerin, unter Zusatz von soviel Wasser, als nöthig um einen dicken Brei zu erhalten, hergestellt wird. Durch Auftragen dieses Breies mittels Schablone und Borstenpinsel auf die zu zeichnende Wäsche erhält man Schriftzüge, welche nach mehrtägigem Liegen und nachherigem Waschen mit Seife oder Soda durch Bildung von Anilinschwarz eine sehr widerstandsfähige Zeichnung liefern. *Gtl.*

Waffen blanke (*armes blanches — arms for cut and thrust*). Man fasst unter dieser Benennung die Säbel- und Degenklingen, Bajonnette, Rapiere, Dolche und Lanzen zusammen. Die Arbeitsfolge ist im Wesentlichen jene wie für Messer: das Schmieden, das Ausfeilen oder Ausschleifen, das Härten und Anlassen, das Schleifen und Poliren. Das Material zu den besseren Säbelklingen ist ein durch Gerben und Raffiniren dargestelltes Gemenge von Eisen und Stahl, erhalten dadurch, dass man eine Eisenstange zwischen zwei Stahlstangen legt, zusammenschweisst, streckt, in der Mitte abhaut, wieder zusammenlegt, schweisst und streckt. Hierdurch kommt in die Mitte eine doppelte Stahlschichte, was wegen der Schneide erforderlich ist.

Mindere Qualitäten blanker Waffen, besonders solche, welche keines hohen Grades von Zähigkeit bedürfen, werden auch aus Flusstahl hergestellt.

Das Strecken hat in einer Hitze so zu geschehen, dass die erzeugte Schiene (*maquette*) etwa zwei Drittel der Länge und Breite und anderthalbfache Dicke der Klinge besitzt. Es folgt nun das Anschweissen der Angel (*soie*), welche aus einem Flacheisen von 25^{mm} Breite und ca. 7^{mm} Dicke durch Zusammenbiegen (<) und Aufschieben auf die Schiene vorbereitet wurde; oder man schmiedet die Angel aus der Schiene selbst durch Ansetzen.

Das „Vorschmieden“ der Klinge erfordert gewöhnlich fünf Hitzen, drei für den Klingentheil von der Angel bis zur Spitze und zwei Hitzen für die Spitze, d. i. das $150—200^{mm}$ lange, zweischneidige Ende. Das nun folgende „Ausschlagen“ der Aushöhlungen, d. i. der rinnenartigen Vertiefungen auf den beiden Säbelflächen geschieht in drei Hitzen mittelst eines Ober- und Unterstempels, welche beide mit abgerundeter Bahn versehen sind. Der Unterstempel steckt wie ein Untergesenk im Ambosse, der Oberstempel wird vom Schmied auf die am Unterstempel gelegte Klinge gesetzt und vom Zuschläger angetrieben; nach jedem Schlage wird die Klinge um ein Stückchen in der Längenrichtung verschoben (s. Schmieden VII pag. 736).

An das Ausschlagen reiht sich in drei Hitzen das „Abreifen“ oder Ausschmieden der Schneide, welche Operation von dem Schmiede allein ausgeführt wird, indem er die Klinge auf den im Ambosse angebrachten Abreifstempel, dessen Oberfläche eine schräge Ebene bildet, auflegt und mit dem Hammer die Schneide ausschmiedet. Dies kann so geschehen, dass die Klinge hierbei eine bestimmte Krümmung erlangt, wenn dies gefordert wird. Den Schluss bildet die völlige Ausbildung der Angel. Die so geschmiedeten Klingen werden durch Feilen oder besser durch Schleifen von den vorhandenen Unebenheiten befreit. Hierauf findet das Härten und Nachlassen statt, letzteres zur gelben Farbe. (Vergl. Härten IV pag. 224). Die nachgelassenen Klingen werden geschliffen u. zw. Rücken und Flächen an grossen Sandsteinen mit 6 bis 7^m Umfangsgeschwindigkeit, wobei mittelst eines auf die Klinge gelegten Hilfsholzes der Andruck derselben erfolgt. Die Klinge liegt quer zur Bewegungsrichtung, d. h. parallel zur Steinachse. Zum Ausschleifen der Aushöhlungen werden meistens kleine Schleifsteine passender Krümmung verwendet. Das Schleifen der Schneide erfolgt an den grossen Steinen, doch hält man die Klingen in der Richtung der Steinbewegung. (Vergl. Schleifen VII pag. 679).

Zum Poliren der Klingen dienen Polirscheiben aus hartem Holze von 25 bis 900^{mm} Durchmesser und entsprechend profilirten Umflächen, welche mit feinem Schmirgel und Talg belegt sind. Hierauf putzt man die Klingen mit Asche oder Kalk und gibt ihnen schliesslich Hochglanz durch das sogenannte Glätten, ein Feinpoliren auf Holzscheiben, welche mit Holzkohle eingerieben und mit Achat glänzend gemacht sind (s. Messerschmiedearbeiten VI pag. 71).

Gute Klingen müssen, mit der Spitze gegen ein Brett gestützt, sich nach beiden Seiten auf 250^{mm} Pfeilhöhe ausbiegen lassen und wieder vollkommen zurückschnellen. Auch muss bei diesem Durchbiegen die Krümmung eine regelmässige sein. Kräftige Schläge mit der flachen Klinge auf einen Tisch oder gegen einen Holzklotz von ca. 400^{mm} Durchmesser muss die Klinge aushalten, ohne gebogen zu werden. Die schärfste Probe ist wohl die, bei welcher man mit der Klinge in hochkantig gestelltes Flacheisen von 6—8^{mm} Dicke haut. Es darf die Schneide nicht ausbrechen.

Bei der Herstellung von Bajonnetten und Lanzen schliessen sich an die Schmiedearbeiten bei Massenproduction eine Reihe von Adjustirungsarbeiten, welche durch Specialmaschinen durchgeführt werden können und es ermöglichen, einen hohen Genauigkeitsgrad in den Abmessungen zu erreichen. Vergl. ferner den Artikel Sensen VIII pag. 223. *Kk.*

Waffenöl. Unter diesem Namen kam vor einigen Jahren ein zum Einfetten von Eisengeräthen und insbesondere von Waffen, als Schutzmittel gegen das Rosten derselben, bestimmtes butterartiges Erdöl in Verkehr, das wesentlich ein dem heute als Vaseline bekannten Producte gleichkommendes Präparat aus den Rückständen der Petroleumraffinerie war. Gegenwärtig hat man in den säurefreien Vaseline-Sorten (s. Vaseline X pag. 59) vorzügliche Einfettungsmittel für Eisengeräthe und Waffen. *Gtl.*

Wage (*balance — scale, balance*). Von einem einfachen, schon im Alterthum bekannten Messgeräth ist das Wort „Wage“ auf zahlreiche, zum Theil sehr kunstvolle mechanische Instrumente übergangen, welche durch Gewichtsvergleichung verschiedenartigen Aufgaben des täglichen Lebens, des Handels und der Naturwissenschaften dienen. Das Wort Gewicht ist hier und weiterhin in dem Sinne von Kraft gebraucht, während zur Vermeidung von Undeutlichkeiten die beim Wägen benutzten Stücke, die im gewöhnlichen Leben auch Gewichte genannt werden, Wägesteine oder Steine heissen sollen. Ein bestimmter Stein, z. B. ein Kilogrammstein, hat an verschiedenen Orten der Erdoberfläche und bei verschiedenem Druck-, Temperatur- und Feuchtigkeitszustand der ihn umgebenden Luft verschiedenes Gewicht. Der Werth desselben an einem bestimmten Ort und bei bestimmtem Zustand der Atmosphäre heisse jeweiliges Ortsgewicht. Dieses kann aufgefasst werden als Resulsante von zwei entgegengesetzt wirkenden Kräften: der an dem betreffenden Ort wirkenden, von der Erde ausgeübten Anziehung und dem Auftrieb in der Luft. Die erstere ist am Ort unveränderlich; sie heisse Schwere. Die letztere ist mit dem Wetter veränderlich; sie heisse Luftgewicht.

Nach diesen Bezeichnungen ist das jeweilige Ortsgewicht eines Körpers gleich dem Unterschied zwischen seiner Ortsschwere und seinem Luftgewicht.

Die Wirkung einer Wage besteht meist in der Anzeige des Verhältnisses zwischen den gleichzeitigen Ortsgewichten zweier Körper. Diese Zahl ist vom Ort der Wägung unabhängig, vom Wetter aber nur dann, wenn die Körper gleiche Dichte haben, ihre Luftgewichte sich also verhalten wie ihre Schweren. In diesem Falle ist das Verhältniss der Ortsgewichte gleichzeitig das Verhältniss der Schweren, während bei verschiedener Dichte letzteres aus ersterem erst durch Rechnung gefunden werden kann. In den meisten praktischen Fällen ist der Unterschied beider Verhältnisse so gering, dass man das von der Wage angezeigte Verhältniss der Ortsgewichte gleichzeitig als das Verhältniss der Schwere betrachten darf. Dieses aber ist, wie die Mechanik lehrt, dem Verhältniss der Massen gleich, und die Aufsuchung des Verhältnisses zwischen der Masse eines Körpers und einer Einheitsmasse ist in den weitaus meisten Fällen der Endzweck, zu welchem eine Wägung vorgenommen wird.

In dem neuerdings in der Physik gebräuchlichen absoluten Mass-System benützt man als Masseneinheit das Gramm, als Krafteinheit aber diejenige Kraft, welche das Gramm in der Secunde um ein Centimeter beschleunigt. Für die Fallbeschleunigung g Centimeter ist sonach die Ortsschwere S eines Körpers von der Masse M:

$$S = gM \text{ Krafteinheiten.}$$

Nach dieser Gleichung kann die Schwere eines Körpers für jeden Ort berechnet werden, wenn das Verhältniss $M:1$ durch Wägung ermittelt war. Die Wage hat dann mittelbar oder indirect als Kraftmesser gedient. Diese Aufgabe ist eine weit seltenere als die der Massenbestimmung.

Soll eine Kraft direct gemessen werden, so muss als Mass eine unveränderliche Krafteinheit dienen. Eine solche ist, oder kann wenigstens sein, die Spannkraft einer Feder bei bestimmter Formänderung. Daher sind Federwagen direct wirkende Kraftmesser; sie zeigen das Ortsgewicht eines Körpers an und geben die Masse erst durch Rechnung aus der Gleichung

$$M = \frac{S}{g} \text{ in Gramm.}$$

Die Unterscheidung zwischen directer und indirecter Wirkung verliert ihre Bedeutung, wenn von der Veränderlichkeit der Beschleunigungszahl g abgesehen wird, was in den meisten praktischen Verwendungsfällen der Wage zulässig ist. Auf die Einrichtung der Wage selbst ist die ganze Frage ohne Einfluss. Für die Verschiedenheiten, die sich hier zeigen, sind andere Umstände bestimmend. Zu diesen gehört 1. der Aggregatzustand der zu wägenden Körper, 2. Gestalt und Gewicht derselben, 3. der erforderliche Grad der Genauigkeit des Ergebnisses, 4. die für die Wägung verfügbare Zeit, 5. der durchschnittliche Grad von Geschick und Verständniss, welcher bei den die Wage benutzenden Personen vorauszusetzen ist. Diesen verschiedenen Umständen sucht sich besonders in neuester Zeit die Wage immer mehr anzupassen, und hiedurch erklärt sich die grosse Zahl ihrer verschiedenen Anordnungen, von denen hier nur einige Beispiele näher besprochen werden können.

Naturwissenschaftliche Wagen. Für chemische, physikalische oder physiologische Wägungen wird fast stets die sogenannte gleicharmige Balkenwage verwendet, welche von allen Wagenarten die grösste Genauigkeit erreicht. Diese Wage besteht bekanntlich aus einem um seine Mittelachse schwingenden Balken, an dessen symmetrisch liegenden Endachsen die Schalen zur Aufnahme des Wägestückes und der Steine aufgehängt sind. Die drei Achsen sind zur Vermeidung von Reibung als scharfkantige Prismen aus gehärtetem Stahl hergestellt und berühren ihre Gegenstücke, Lager oder Pfannen in einer Kante. Die Pfannen bestehen ebenfalls aus gehärtetem Stahl oder aus gut polirten harten Steinen. Die Genauigkeit der Wage hängt vorzugsweise von der Form und gegenseitigen

Stellung der drei Prismenkanten oder Schneiden ab. Die Form muss der geometrischen Geraden möglichst nahe kommen. Abweichungen hiervon bewirken eine mit der Grösse der Ungenauigkeit zunehmende Unsicherheit der Angabe, welche aus der nicht vollkommenen Uebereinstimmung wiederholter Wägungen derselben Körper erkennbar wird. Der Einfluss dieses Fehlers lässt sich vermindern, wenn dafür gesorgt wird, dass die Berührungsebene der Pfanne gegenüber der Kante und dem Prisma selbst stets dieselbe Lage und Richtung behält und der Schwerpunkt der belasteten Schale immer möglichst genau unter demselben Punkte der Prismenkante liegt. Aus diesem Grunde muss jede Endpfanne mit ihrer Schale durch ein reibungsfreies Kreuzgelenk verbunden sein, welches die richtige Einstellung des Schalenschwerpunktes gestattet, ohne die Pfanne zu bewegen. Die stets gleiche Lage der Pfanne wird durch die sogenannte Entlastungsvorrichtung gesichert. Nur wenn eine solche vorhanden ist, darf die Pfanne eben gemacht werden, was bei wissenschaftlichen Wagen gewöhnlich geschieht. Bei minder vollkommenen Wagen, wo die Entlastung fehlt, muss die Pfanne ihre richtige Lage gegen die Schneide von selbst aufsuchen. Sie erhält dann eine cylindrisch ausgehöhlte oder dachförmige Gestalt und an beiden Enden der Schneide sogenannte Stossplatten, welche die Pfanne hindern, sich in der Längsrichtung der Berührungslinie zu verschieben. Ebene Pfannen geben unter allen Ausführungsformen die grösste Genauigkeit.

Betreffs der gegenseitigen Stellung der drei Kanten ist die wichtigste Bedingung genauer Parallelismus. Fehler bewirken auch hier eine Unsicherheit, deren Betrag durch die aufgeführten Mittel gemindert werden kann.

In zweiter Linie wichtig ist die Unveränderlichkeit der Entfernung der Kanten. Zur Sicherung dieser Eigenschaft muss der Balken eine hinreichende Widerstandsfähigkeit gegen Biegung besitzen und so geformt sein, dass die unvermeidlichen kleinen elastischen Formänderungen, welche bei der Belastung entstehen, die Prismen nur in der Lothrichtung gegenseitig bewegen, ohne dass ihre Entfernung geändert wird. Diese Forderung wird dadurch erfüllt, dass die neutrale Achse des wie auch immer gestalteten Balkens in die Ebene der Kanten gelegt wird, eine Regel, welche noch zu wenig beachtet wird. Bei genau symmetrischer Balkenform ist zwar, wenn die neutrale Biegungsachse anders liegt, theoretisch eine gleichmässige und somit unschädliche Längenänderung der beiden Hebelarme zu erwarten; thatsächlich ist dies aber nicht der Fall, weil die Elasticität des Materiales nie ganz gleichmässig ist.

In dritter Linie steht die Forderung gleicher Entfernung der Endschneiden von der Mittelschneide. Ist dieselbe nicht vollkommen erfüllt, so stimmt zwar beim Einspielen das Gewicht des Wägestückes mit dem der Steine nicht ganz genau überein. Der Fehler ist aber immer derselbe und lässt sich durch Rechnung berücksichtigen.

In vierter Reihe erst steht die Forderung, dass die drei Achsen in derselben Ebene liegen sollen. Hiervon hängt der Gewichtswerth der Scaleneinheit beim Ausschlag der Wage ab. Bequem ist es ohne Zweifel, wenn bei den verschiedensten Belastungen der Wage ein bestimmter Ausschlagwinkel immer einen bestimmten Unterschied zwischen dem Gewicht des Wägestückes und der Steine anzeigt. Da aber eine vollkommene Erfüllung dieses Anspruches doch unmöglich ist, so ist der Nachtheil erträglich, wenn man den Scalenwerth nach der Belastung zu corrigiren hat. Immerhin empfiehlt es sich, so genau als irgend möglich die Achsen in eine Ebene zu bringen, damit der Werth der Scaleneinheit sich mit der Belastung möglichst wenig ändert.

Die Grösse des Ausschlagwinkels für bestimmtes Uebergewicht hängt dann allein von der Lage des Balkenschwerpunktes ab, welche durch Stellschrauben leicht änderbar gemacht werden kann. Dem Balkengewicht kommt hierbei ein wesentlicher Einfluss nicht zu. Je tiefer der Schwerpunkt unter der Mittelachse liegt, um so geringer ist der Ausschlag. Es ist ein verbreiteter Irrthum, dass die Güte einer Wage mit der Grösse des Ausschlages steige. Niemand ist ja be-

hindert, den Schwerpunkt des Wagebalkens so hoch zu legen, dass ein beliebig grosser Ausschlagwinkel für die Einheit des Unterschiedes der Schalenbelastungen entsteht. Dittmar hat darauf hingewiesen, dass gerade das Umgekehrte erstrebt werden sollte.*) Je tiefer der Schwerpunkt liegt, um so grösser wird das Gewichtsintervall, welches innerhalb des zulässigen Ausschlagwinkels an der Scala abgelesen werden kann; und je kleiner der Ausschlagwinkel ist, um so geringer bleibt der Einfluss der Ungenauigkeiten der Schneiden auf diesen Winkel. Dittmar empfiehlt mit Recht die Ausschläge lieber optisch als mechanisch zu vergrössern. Tiefere Lage des Schwerpunktes beschleunigt ausserdem die Schwingungen der Wage und verkürzt hierdurch die zu einer Wägung erforderliche Zeit. Hierauf ist auch die Länge und das Gewicht des Balkens von Einfluss, denn eine Wage schwingt um so schneller, je leichter und je kürzer der Balken ist.

Für Wagen, bei denen ein möglichst schnelles Arbeiten wichtig ist, insbesondere bei den Wagen für chemische Analysen, ist daher ein kurzer Balken geeigneter als ein langer. Mit der Verkürzung des Balkens vergrössert sich aber der aus den Ungenauigkeiten der Schneiden hervorgehende Fehler und aus diesem Grunde verdienen für Wägungen höchster Genauigkeit die längeren Balken den Vorzug.

Für chemische Analysen genügt in der Regel eine Genauigkeit von 1 Milliontel der Belastung. Bei grösster Vollkommenheit der Wage und sorgfältiger Berücksichtigung aller Fehlerquellen beim Wägen ist es aber möglich, eine 100mal grössere Genauigkeit zu erzielen, z. B. einen Kilogramm-Stein bis auf 0·01 Milligramm genau zu wägen.

Die Wagebalken macht man aus Messing, Bronze, Aluminiumbronze oder Eisen. Stahl ist unbrauchbar, sofern er bleibend magnetisch werden kann.

Um der Benutzung sehr feiner Wägesteine enthoben zu sein, wendet man bei den in Rede stehenden Wagen ein Häkchen aus Platindraht als Läufer (Reiter) an, welches gewöhnlich 1 Centigramm wiegt und in verschiedene, gleichmässig vertheilte Einschnitte eines am Balken befestigten Lineals gebracht werden kann. Sind deren 100 vorhanden, so entspricht der Läuferverschiebung um einen Theil 0·1 Milligramm. Die Steine unter 1 Centigramm sind dann entbehrlich.

Die Wägung mittelst einer wissenschaftlichen Wage erfolgt sonach durch drei verschiedene Verfahren in folgender Reihe:

1. Durch Verwendung der Steine von bekannter Masse,
2. durch Benutzung des Läufers,
3. durch Beobachtung des Ausschlag- oder Neigungswinkels.

Jedes dieser drei Verfahren kann auch ausschliesslich oder als Hauptverfahren zur Verwendung kommen; hierfür ergeben sich die noch weiter zu benutzenden Bezeichnungen: 1. Steinwage, 2. Läuferwage, 3. Neigungswage. Die letzten beiden stehen hinsichtlich ihrer Genauigkeit hinter der ersten Gattung weit zurück und kommen für wissenschaftliche Zwecke nicht in Betracht.

Ein besonderes, für manche Fälle sehr wichtiges Wägeverfahren ist das von Borda angegebene der doppelten Wägung. Hierbei wird das Wägestück durch beliebiges Material, z. B. Schrot ausgewogen, während nach Entfernung des Wägestückes die leer gewordene Schale mit soviel Wägesteinen besetzt wird, bis die Wage einspielt. Bei dieser Wägung ist man von der Gleichheit der Armlängen der Wage unabhängig. Aehnliches erreicht man durch Vertauschung der Belastungen. Eines dieser beiden Verfahren wird meist bei den Wägungen im luftleeren Raum angewandt, wenn die höchsten Genauigkeitsgrade erzielt werden sollen. Mit der Borda'schen Wägung der Wirkung nach verwandt ist das Verfahren, welches bei einer durch L. Reimann in Berlin ausgebildeten zweiachsigen Wage in Anwendung kommt. Diese Wage (Substitutions-Wage genannt) hat statt der einen Endachse und Schale eine am Balken befestigte unveränderliche Masse, deren Gewichtsmoment dem der grössten Last entspricht, während das einzige vorhandene Schalengehänge aus zwei Abtheilungen besteht, einer

*) Zeitschrift für Instrumentenkunde 1881 pag. 313.

unteren für den ganzen Steinsatz und einer oberen für das Wägestück. Die Wage spielt, im Unterschied zu einer dreiachsigen Wage, ein, wenn das Gewicht der weggenommenen Steine dem des Wägestückes gleich ist. Gleichbleibende Biegung des Balkens, constanter Gewichtswerth der Scalentheile und Unabhängigkeit von der Balkenlänge sind ihre wichtigen Vorzüge. Besonders gern wird diese Wage zur Bestimmung des spcifischen Gewichtes (richtiger der specifischen Masse) von Flüssigkeiten verwendet. Hierbei wird mit einem feinen Platindraht statt der Wagschale ein mit Thermometer ausgerüsteter Glaskörper von 10 Gramm angehängt, welcher bei 15° C. genau 5 Gramm destillirtes Wasser verdrängt. Taucht der Glaskörper in eine Flüssigkeit ein, so muss von dem Steinsatz eine dem specifischen Gewicht proportionale Menge der Wägesteine entfernt werden, wenn die Wage einspielen soll.

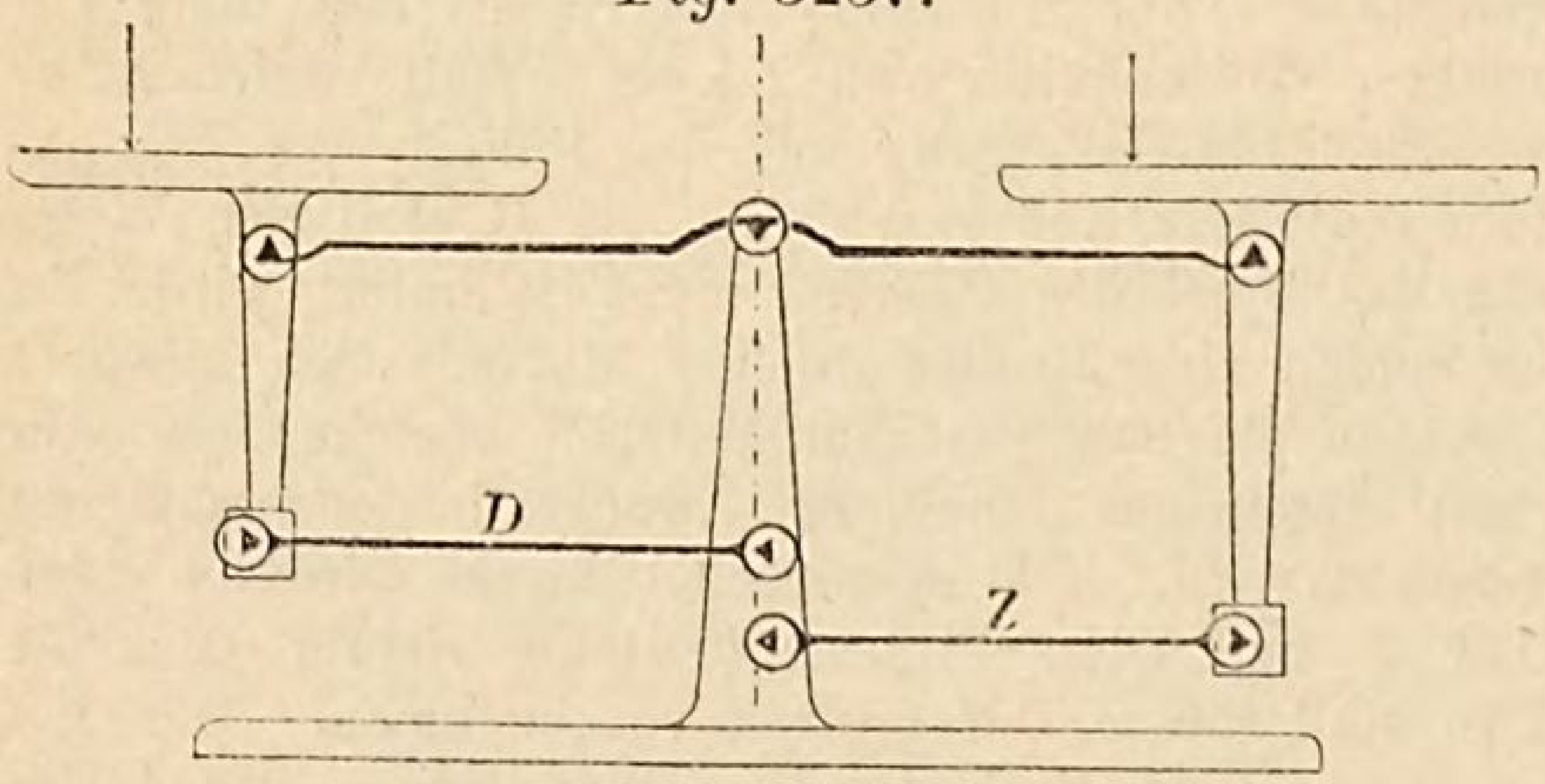
Zur Bestimmung der spec. Masse von Gasen kann man eine jede genügend genaue Wage benutzen, indem man das Gas, in ein leichtes Gefäss eingeschlossen, auf die Schale bringt. Da der Unterschied zwischen dem Gasgewicht und dem der verdrängten atmosphärischen Luft relativ sehr klein ist, so ist hierbei eine scharfe Bestimmung des letzteren nach Druck, Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt unerlässlich. Zur stetigen Anzeige der specifischen Masse eines Gasstromes hat Friedrich Lux in Ludwigshafen a. Rh. eine sehr zweckmässige Wage erfunden. Diese Gaswage besteht aus einem Balken mit nur einer Achse, um welche er im Ganzen um etwa 28° schwingen kann. Zur Aufnahme des Gasstromes dient ein am Balken befestigter kugelförmiger Glasbehälter von 2 Liter Inhalt, welcher Zu- und Abfluss nach der Achse besitzt. Der Uebergang aus den Röhren des frei beweglichen Balkens in die unbeweglichen Rohranschlüsse am Gestell der Wage muss natürlich so erfolgen, dass das Spiel des Balkens nicht gehindert wird. Zu diesem Zweck endigt jedes der beiden Gestellrohre in eine kleine, nach abwärts gebogene Elfenbeinglocke, in welche ein aus gleichem Material bestehendes, von unten kommendes Röhrchen mit Spielraum hineinragt, während der gasdichte Abschluss durch Quecksilber bewirkt wird. Die specifische Masse wird an einer Scala abgelesen, welche für 15° C. und 760^{mm} Barometerstand richtig ist; für andere Zustände der Atmosphäre sind kleine Correcturen vorzunehmen. Der Erfinder gründet auf diese Wage eine neue Methode der Gasanalyse. Wird die Dichte eines Gasgemenges vor und nach der chemischen Abscheidung eines Gemengtheiles bestimmt, so ergibt sich eine Gleichung, aus der sich das Mengungsverhältniss berechnen lässt. Zur Bestimmung von n Bestandtheilen sind $n + 1$ Gaswagen mit n zwischengeschalteten Abscheidern nothwendig. Durch diese und die Wagen fliesst ein stetiger Gasstrom hindurch und in jedem Augenblick können die zu einer Analyse erforderlichen Ablesungen gemacht werden.

Handelswagen. Die Anforderungen, welche an die Genauigkeit der im Handel gebräuchlichen Wagen gestellt werden müssen, sind zwar wesentlich niedriger als bei den wissenschaftlichen Wagen. In den meisten Culturstaaten hat es sich aber als zweckmässig erwiesen, den nothwendigen Grad von Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Handelswagen durch gesetzliche Vorschriften und Controlen zu sichern. Im Handel dürfen daher nur solche Wagen gebraucht werden, welche nach Prüfung ihrer Bauart und Genauigkeit mit einem amtlichen Aichstempel versehen worden sind. Um zur Aichung zugelassen zu werden, müssen diese Wagen den sehr in's Einzelne gehenden gesetzlichen Bestimmungen der betreffenden Länder entsprechen, auf welche indessen als solche hier nicht näher eingegangen werden kann.

Die Handelswagen haben sehr verschiedene Einrichtung. Die meisten sind Stein-Wagen oder Läufer-Wagen. Neigungs-Wagen kommen nur ausnahmsweise vor. Auch bei den Stein und Läufer-Wagen wird von der Beobachtung des Ausschlagbogens als Gewichtsmass selten Gebrauch gemacht. Auf die Erzielung eines constanten Verhältnisses zwischen Uebergewicht und Ausschlag wird daher kein Werth gelegt. Nützlicher ist es, die Wage so einzurichten, dass sie bei kleinen

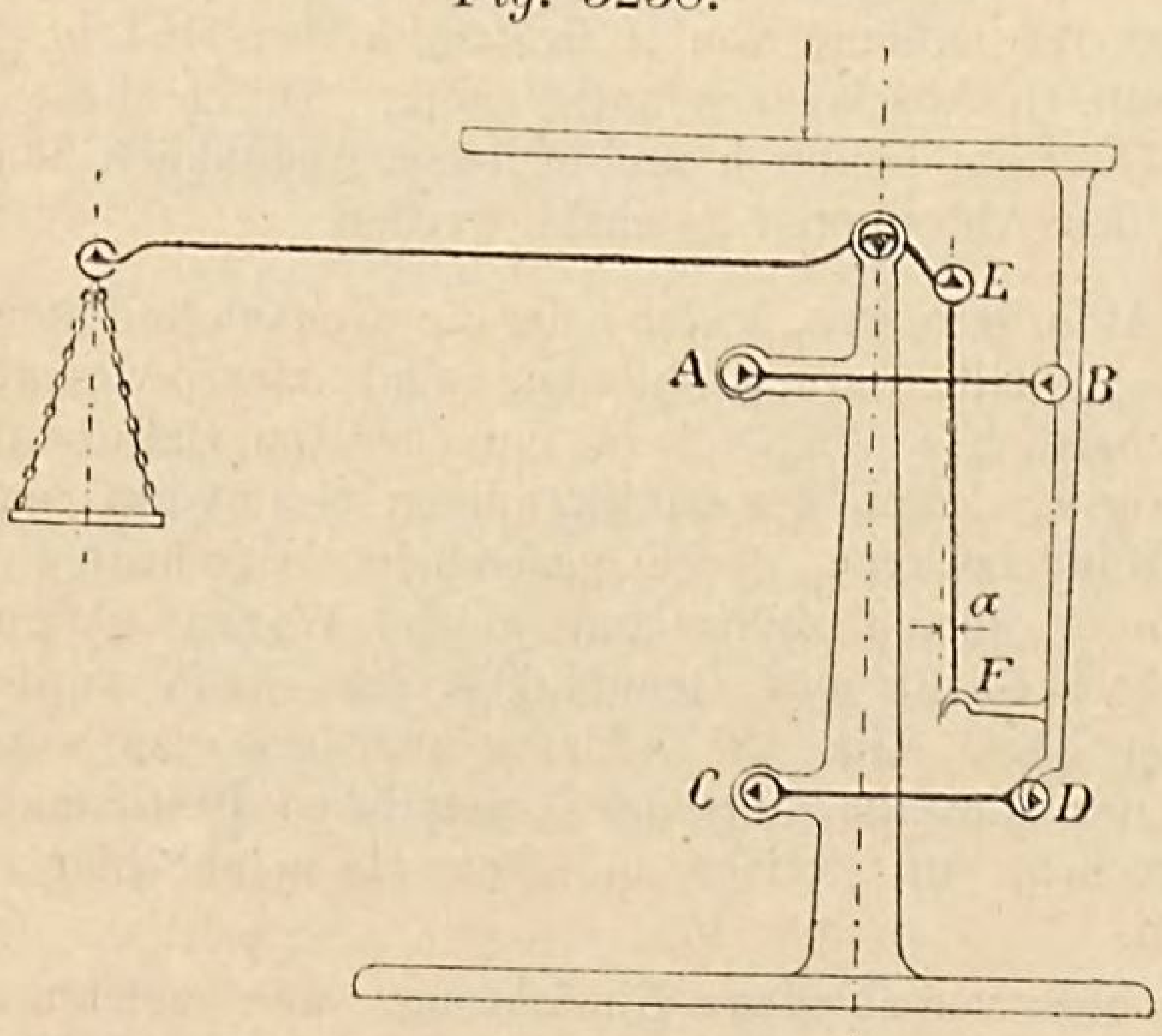
Lasten ein kleines Uebergewicht ebenso deutlich bemerkbar macht, wie bei grossen Lasten ein grosses. Die Steinwagen werden häufig als Decimal- oder Centesimal-Wagen ausgeführt, d. h. so, dass die Masse der zum Einspielen erforderlichen Steine nur $^1/_{10}$ oder $^1/_{100}$ von der des Wägestückes zu betragen braucht. Für solche Wagen werden ungleicharmige Wagebalken in Anwendung gebracht. Die Läufer-Wagen bestehen oft aus mehreren neben einander liegenden Stäben mit Läufern von verschiedenem gesetzmässig abgestuften Gewicht. Oft wird durch die Form der Wägestücke eine besondere, nach oben freie Lage der Wagschale über den Wagebalken bedingt. Solche Wagen heissen oberschalige Wagen, Brücken- oder Tafel-Wagen. Für eine Oberschale genügt die Unterstützung in einer Achse nicht; es ist mindestens Stützung in zwei geraden Linien erforderlich. Damit es nun für das Ergebniss der Wägung gleichgiltig ist, ob die Last mehr auf der einen oder der anderen der beiden Stützlinien ruht, muss nach den Lehren der Mechanik zwischen diesen Linien ein solcher kinematischer Zusammenhang bestehen, dass sie sich stets in gleichen Bahnen bewegen, wodurch die Schale eine sogenannte Parallelführung erhält. Die verschiedenen Systeme oberschaliger Wagen unterscheiden sich vornehmlich durch die zur Parallelführung benutzten Mechanismen, welche sich indessen fast alle auf einfache oder mehrfache, ebene oder räumliche Gelenkvierecke zurückführen lassen. Einige Beispiele sollen dies erläutern.

Fig. 5237.



Wage von Roberval.

Fig. 5238.



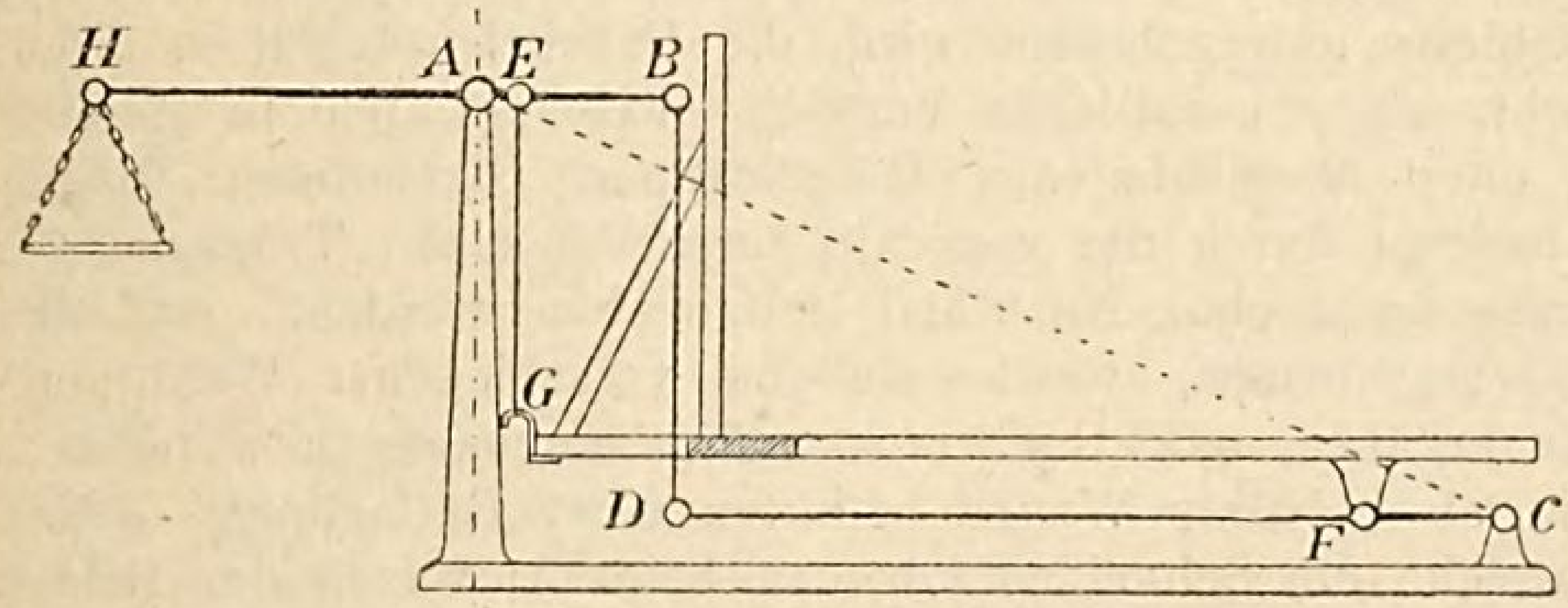
Wage von George.

Fig. 5237 zeigt zunächst die Wage von **R o b e r v a l**, bei welcher zwei Oberschalen angewandt werden, die ihre Führung durch Gelenkparallelogramme erhalten. Gelingt es auch, diese Wagen mit der zur Aichfähigkeit erforderlichen Genauigkeit zu machen, so können sie doch weitgehenden Ansprüchen nicht genügen, da mit Veränderung der Lage der Schalenbelastung die Druckrichtungen in mehreren Achsen sich ändern, was einer wichtigen Constructionsregel zuwider ist. In den Führungsstangen D und Z, welche nur der Deutlichkeit halber in verschiedene Höhe gelegt sind, ändert sich sogar die Druckrichtung plötzlich um 180°, wenn der Schwerpunkt der Last die Mitte der Schale überschreitet. Bei der durch Pfeile dargestellten Lage der Belastungen ist die linke Stange auf Druck, die rechte auf Zug beansprucht. Da die gezeichneten Stangen ihrer Form nach nur diesen Beanspruchungen geeigneten Widerstand leisten können, so muss ausser denselben noch links eine Zug- und rechts eine Druckstange angebracht sein, welche sich in der Figur mit D und Z theilweise decken würden.

Von diesem Nachtheile des wechselnden Druckes fast vollständig frei ist die in Fig. 5238 dargestellte Wage mit Parallelogrammführung nach George, bei welcher als Wagebalken nicht eine Parallelogrammseite, sondern ein besonderer Hebel dient. Hier sind nur die Druckrichtungen in den Achsen A, B, C, D in so weit veränderlich, als das Gewicht der Gelenkstäbe AB und CD in Frage kommt. Es ist bei einer Wage mit Parallelogrammführung nicht gleichgiltig, an welchen Gelenkseiten die Schneiden und an welchen die Pfannen angebracht sind. Die relativ grösste Unabhängigkeit der Wage von der Lage der Belastung ergibt sich bei den aus Fig. 5237 und 5238 ersichtlichen Anordnungen, durch welche der in erster Linie wichtige Parallelismus der horizontalen Gelenkseiten am schärfsten gesichert ist. Würden im Gelenkviereck Pfannen und Schneiden vertauscht, so würde bei etwas Spielraum in den Pfannen jede Verschiebung der Schneiden die Richtung der Horizontalen verändern. Kleine Fehler im Parallelismus der Verticalen sind weniger schädlich, da sie in der Grundstellung der Wage, wenn in dieser die Horizontalen genau parallel bleiben, ohne Einfluss sind. Nur die Grösse des Ausschlages wird von der Lage der Last abhängig, wenn die Verticalen nicht parallel sind, was aber so lange wenig Bedeutung hat, als der Ausschlagbogen nicht abgelesen wird. Soll eine oberschalige Wage mit Parallelogrammführung als Neigungswage benutzt werden, so ist allerdings auch für die Verticalen ein möglichst scharfer Parallelismus unerlässlich. Der Zugstange EF gibt man mit Vortheil eine kleine Neigung im Sinne des Winkels α, wodurch bei jeder Belastung ein bestimmtes Verhältniss zwischen Uebergewicht und Last mit gleichem Ausschlagwinkel angezeigt wird. *)

Fig. 5239 zeigt im Skelet eine von Quintenz in Strassburg erfundene, viel benutzte und sehr bekannte Decimalbrückenwage. Hier dient als Gelenkviereck

Fig. 5239.



Decimal-Wage.

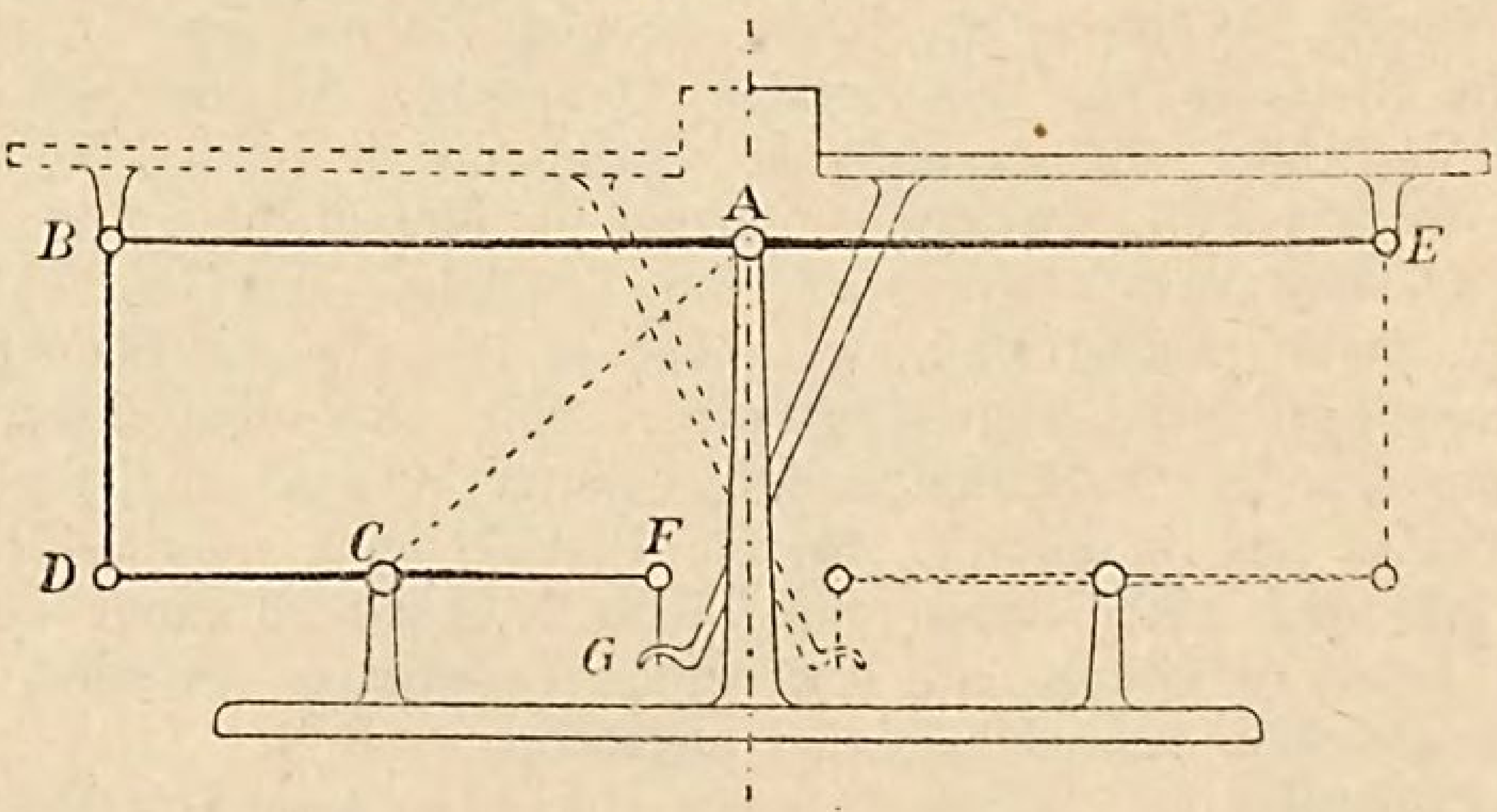
das überschlagene Paralleltrapez $ABDC$ mit einer Verticalseite. In den horizontalen Parallelseiten desselben entsprechen sich immer je zwei Punkte dadurch, dass sie sich bei einer kleinen Schwingung um die parallele Grundstellung dieser Seiten um gleich viel heben und senken. Solche Punkte sind z. B. die Punkte E und F, welche die Strecken AB und CD nach gleichem Verhältniss **) eintheilen. Auch in der Verlängerung der Strecken nach links oder rechts könnten beliebig viele in dieser Weise zusammengehörige Punkte aufgesucht werden. Dieselben haben einen um so grösseren Horizontalabstand von einander, je weiter sich das Trapez in seiner Form vom Parallelogramm entfernt und je grösser der Abstand der Last-Punkte von der Verticalseite BD des Trapezes genommen wird. Der Horizontalabstand dieser Punkte begrenzt den Belastungsraum, innerhalb dessen sich der Schwerpunkt der Balastung bewegen darf, wenn ein solches Punktpaar zur Ausbildung der Stützachsen einer Oberschale gewählt wird. Bei stattfindenden

*) Aehnliches gilt für die meisten Brückenwagen. Vgl. E. Brauer, Construction der Wage, Weimar 1880.

**) $AE = \frac{1}{5} AB$, $CF = \frac{1}{5} CD$; $AH = 2 AB$.

Schwingungen ändert sich der Abstand solcher Achsen, wenn auch nur wenig, weshalb zur Vermeidung gegenseitigen Gleitens zwischen den Pfannen und Schneiden mindestens eine von beiden mit der Schale mittelbar durch eine senkrechte Zug- oder Druckschwinge verbunden sein muss. Diesen Zweck erfüllt in Fig. 5239 die Stange *EG*. Um einen nach zwei Richtungen möglichst ausgedehnten Belastungsraum zu erhalten, werden die beiden Stützachsen oder wenigstens eine derselben in je zwei Theilen ausgeführt, welche in gegabelten Hebeln (siehe Fig. 5241) befestigt werden. In ganz ähnlicher Weise wie bei Fig. 5239 das überschlagene, dient bei Fig. 5240 das offene Trapez *ABDC* als Führungs-

Fig. 5240.



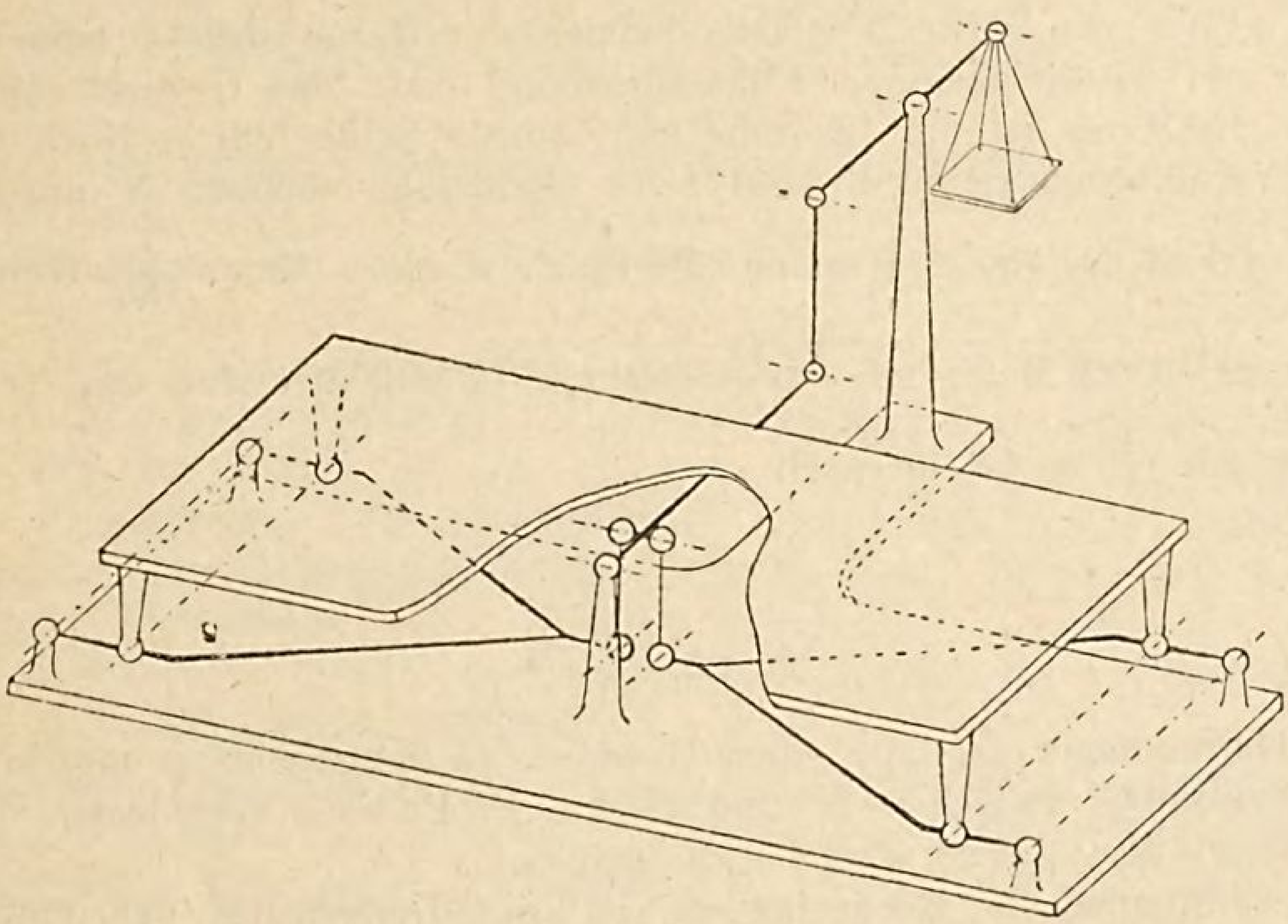
mechanismus. Diese Wage ist gleicharmig und beide Schalen sind parallel geführt, was durch Verdoppelung des Machanismus (in Fig. 5240 punktirt) geschieht. Bei einer Wage vorliegender Art bleiben, so lange die Last innerhalb des dafür bestimmten Gebietes untergebracht wird, die Druckrichtungen in allen Achsen fast genau lothrecht, ein wesentlicher Vortheil, welcher allen in gleicher Weise aus dem offenen oder überschlagenen Gelenktrapez abgeleiteten Wagen eigen ist. Derselbe ist bedingt durch die verticale Lage der einen Trapezseite *BD*. Diese Lage kann also nicht ohne Nachtheil aufgegeben werden. Auf die sehr zahlreichen Ausführungsformen, welche sich bei verschiedener Wahl der Stützpunkte für die Schale ergeben, kann hier nicht näher eingegangen werden.

Grössere oberschalige Wagen bedürfen einer Entlastungs- oder Arretirungsvorrichtung, welche die Schneiden vor den beim Aufsetzen der Belastungen stattfindenden Stössen, namentlich aber vor Verschiebungen zwischen Pfannen und Schneiden schützen. Ohne solche Vorrichtungen nutzen sich die Schneiden zu schnell ab. Eine einfache und wirksame Sicherung gegen Verschiebungen wird auch durch Anwendung von pendelnden Gehängen in allen Belastungspunkten der Hebel erreicht. Zur Erhöhung der Dauer der genauen Form der Schneiden trägt wesentlich bei eine solche Verbindung der Pfannen mit der Schale, Tafel oder Brücke oder mit den Gehängen, dass sich der Druck möglichst gleichmässig über die ganze Länge der Schneide vertheilt. Man erreicht dies, indem man den Pfannen eine Beweglichkeit um eine zu der Schneide rechtwinklige Achse ertheilt.

Für grössere Handelswagen, vornehmlich für Brückenwagen ist in neuerer Zeit die Anwendung von Läufern sehr in Aufnahme gekommen. Hiermit ist auch eine besonders durch Chameroy in Paris ausgebildete Vorrichtung zum Drucken der Gewichtszahl möglich geworden, welche C. Schenck in Darmstadt wesentlich verbessert hat. Bei derartigen Druckwerken sind an den Läufern selbst oder an Walzen, welche mittelst Zahnradübertragung durch die Läufer bewegt werden, Relief-Ziffern angebracht, deren gegenseitige Stellung von dem Läuferstand abhängig und so angeordnet ist, dass der auf eine Karte erfolgende Abdruck die Masse des Wägestückes angibt.

S t r a s s e n- u n d G l e i s w a g e n. Diese Wagen sind Brückenwagen im ursprünglichen Sinne, da die grosse Ausdehnung und besondere Gestaltung, welche hier der Träger für die in einem Wagen oder einem Eisenbahnfahrzeug bestehende Belastung annimmt, die Benennung „Brücke" nahe legte. Zur Parallelführung dieser Brücke dient fast stets der in Fig. 5241 dargestellte Mechanismus. Die Ablesung erfolgt mit Steinen oder Läufern, letzterenfalls häufig in Verbindung

Fig. 5241.



mit Druckapparat. Bei diesen Wagen ist auf eine gute Entlastungsvorrichtung besonderer Werth zu legen, da ihre Richtigkeit sonst von sehr geringer Dauer ist. Bei Gleiswagen besteht die Brücke gewöhnlich aus einem durch starke Träger gestützten Stück Schienenbahn von der Länge des grössten zu wägenden Fahrzeuges. Die Wage unterbricht also das Gleis und wird somit durch alle dasselbe benützenden Wagen befahren, gleichviel, ob dieselben gewogen werden sollen oder nicht. Hierin hat man eine Unbequemlichkeit gefunden, zu deren Vermeidung Wagen ohne Gleisunterbrechung construirt worden sind. Unter den Einrichtungen dieser Art ist zu erwähnen die Wage von N. H e n z e l, D. R. P. 13621, bei welcher neben den gewöhnlichen Laufschienen zwei Nebenträger unter den Radflanschen angeordnet sind, welche, durch eine Windevorrichtung bewegt, den Wagen von den Schienen abheben und so seine Last auf den Hebelmechanismus wirken lassen. Ausser diesen Constructionen gibt es noch einige andere, doch lassen alle hinsichtlich der praktischen Brauchbarkeit noch mancherlei zu wünschen übrig.

P o s t w a g e n. Die im Postverkehr gebräuchlichen Wagen dienen zumeist zur Feststellung der Transportkosten von Briefen, Packeten, Kisten etc. und brauchen im Allgemeinen nicht so genau zu sein wie Handelswagen. Nur für Packete mit Werthangabe und für Geldbriefe sind möglichst genaue Abwägungen nothwendig. Für die gewöhnlichen Fälle mit Ausnahme also der letzten beiden Sorten können Feder- und Neigungswagen verwendet werden. Für Federwagen sind am gebräuchlichsten Schraubenfedern aus sogenanntem Federdraht, welcher nicht nothwendig gehärtet zu werden braucht. Im unbelasteten Zustande der Wage dürfen die Windungen sich nicht berühren, weil sonst die Ausdehnung der Belastung nicht proportional ist. Die Formänderung der Feder kann direct an einer geradlinigen Scala abgelesen oder durch Zahnstange und Zahnrad auf einen rotirenden Zeiger übertragen werden. Bei oberschaligen Federwagen muss die Führung für alle möglichen Stellungen der Schale genau sein. Dasselbe gilt auch für Neigungswagen. Dieselben erhalten im Allgemeinen eine ungleichmässige Scala,

wenn die Ablesung an der Spitze eines Drehzeigers erfolg', doch kann die Theilung leicht aus einer geradlinigen gleichförmigen Scala abgeleitet werden. Meist bestimmt man die Theilung empirisch. Die Neigungs-Wage lässt sich um so genauer machen, je geringer der Ausschlag für die grösste Last ist. Werden, wie es bei geringen Briefwagen oft geschieht, statt der Schneiden cylindrische Drehachsen angewendet, so kann man natürlich nur einen geringen Grad von Genauigkeit erwarten. In solchen Fällen sollten wenigstens die Achsen so dünn als irgend möglich gemacht werden.

Garn-Wagen. Die Feinheitsnummer der Garne drückt man durch die Fadenlänge der Gewichtseinheit (Masseneinheit) oder das Gewicht der Längeneinheit aus. Letzteres ist nur für rohe ungezwirnte Seide üblich. Nach den internationalen Vereinbarungen zu Brüssel 1874 dient als Nummer N die Länge in Metern eines Fadens von 1 Gramm. Hiernach wiegt 1 Meter $\frac{1}{N}$ Gramm, also ein Strähn $=$ 1000 Meter $= \frac{1000}{N}$ Gramm. Bezeichnet man das Gewicht von 1000 Meter mit G, so ist hiernach

$$G = \frac{1000}{N},$$

oder

$$N = \frac{1000}{G}.$$

Die Garnnummer ist also dem Gewichte G umgekehrt proportional. Die reciproke Beziehung zwischen N und G hat F. Place veranlasst, diese und ähnliche Wagen Reciprokwagen zu nennen.

Die vollkommenste Reciprokwage ist die Umkehrung der gewöhnlichen Läuferwage, d. i. eine Balkenwage, bei welcher nicht ein als Gewichtsstein dienender Läufer, sondern die Lastschale an einem veränderbaren Hebelarm x wirkt. Infolge dessen ist

$$G x = \text{Constant},$$

oder, für Constante $= C$,

$$G = \frac{C}{x}.$$

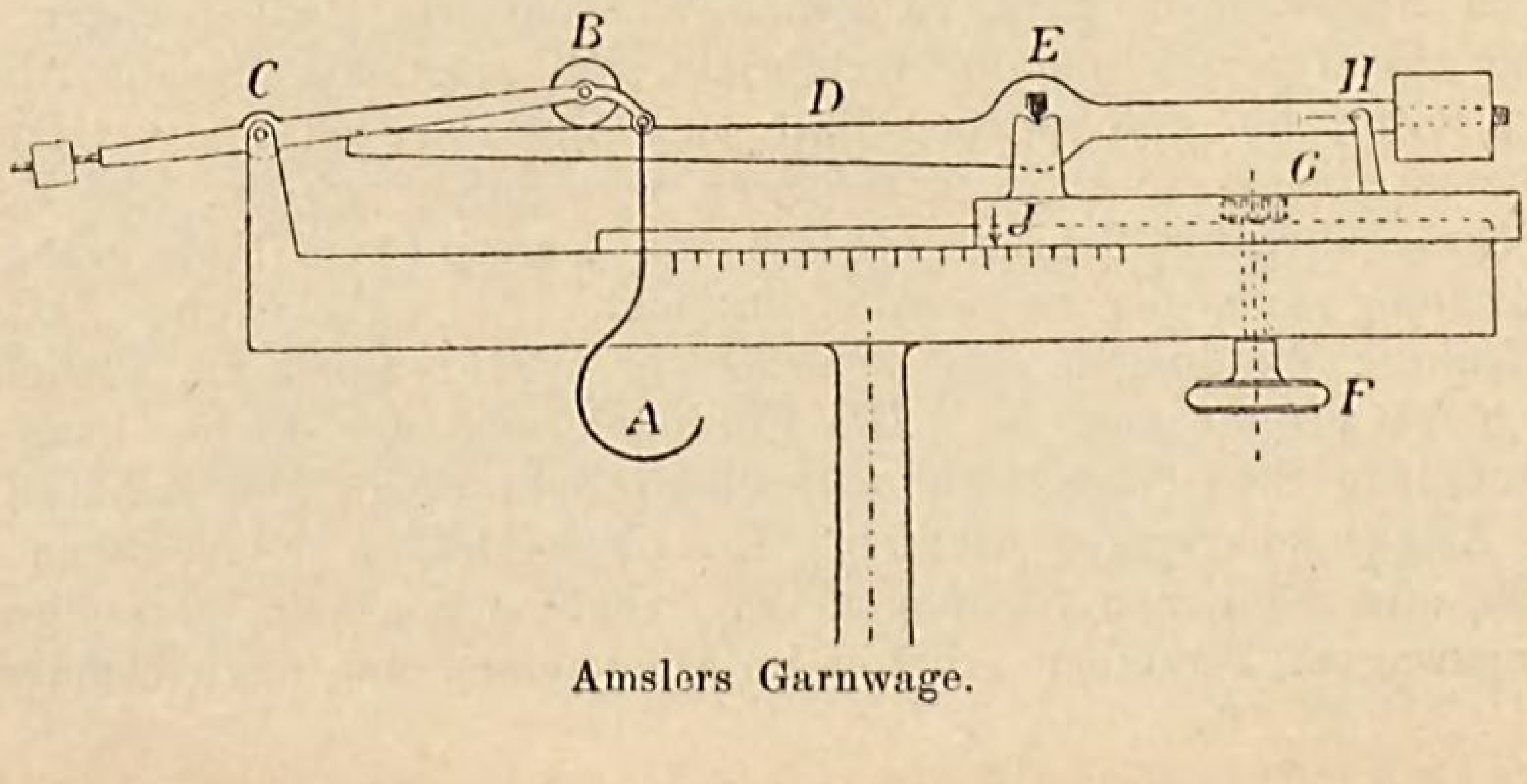
Nach Obigem folgt hiernach

$$N = \frac{1000}{C}\, x,$$

d. h. die Eintheilung des Armes wird gleichmässig, was die Herstellung sehr erleichtert.

Bei der Garnsortirwage von Amsler-Laffon in Schaffhausen, Fig. 5242, wird diese Beziehung benützt. Der zu wägende Strähn wird an den Haken A gehängt und drückt die Rolle B mit einer nach bestimmtem Verhältniss ver-

Fig. 5242.



Amslers Garnwage.

minderten Kraft auf den Arm D eines zweiarmigen Balkens, dessen Achse E in einer verstellbaren Pfanne ruht. Zu dieser Verstellung dient das Griffrad F und ein punktirt gezeichnetes Zahnrädchen G nebst einer nicht gezeichneten Zahnstange. Die Verschiebung wird so lange fortgesetzt, bis die am Gegenarm sichtbare Marke gegen die feste Marke H einspielt. Aus der in diesem Augenblicke eingetretenen Stellung kann an der Scala mittelst der Marke J die Garnnummer abgelesen werden. Dass auch diese Scala gleichförmig werden muss, bedarf keines Beweises.

Diese Wage verdrängt mehr und mehr die früher zur Garnsortirung gebräuchlichen Neigungswagen, welche weniger genau und nicht so bequem zu handhaben sind.

Selbstthätige Wagen. Wie es sich im Allgemeinen als möglich und als vortheilhaft erweist, gleichartig sich in grosser Zahl wiederholende Arbeiten durch Maschinen auszuführen, so ist es auch gelungen, Wägungen dieser Art durch selbstthätige Wagen oder Wägemaschinen ohne menschliche Beihilfe auszuführen. Die ersten erfolgreichen Wägemaschinen waren die selbstthätigen Münzplatten-Sortirwagen, angewandt in den Münzstätten zur Aussonderung zu leichter und zu schwerer Platten vor der Prägung. Es folgten Wägemaschinen für Getreide und für Flüssigkeiten. Es gelang ferner, summirende Wagen herzustellen, z. B. zur Angabe des Gesammtgewichtes beliebig vieler über die Schale fahrender Erdkarren, Kohlenwagen etc. Endlich lernte man das Abfassen von Krämerwaaren in Packeten, Düten oder sonstigen Fassungen bis auf kleine Bedienungsarbeiten durch Maschinen ausführen*).

Unter den Münzplatten-Sortirwagen ist die vollkommenste die von Ludwig Seyss in Atzgersdorf bei Wien**). Sie ist bei den meisten deutschen und mehreren ausserdeutschen Münzstätten eingeführt. Die Wage selbst ist eine besondere Art Neigungswage, welche die Eigenschaft hat, nur in so viel bestimmten Stellungen zur Ruhe kommen zu können, als Gewichtsclassen gebildet werden sollen. Jeder Stellung entspricht eine Classe mit bestimmter oberer und unterer Gewichtsgrenze. Wird die Platte abgeworfen, so fällt sie in ein der Stellung der Wage entsprechendes Fach. So werden die Platten gleicher Classen zusammengeführt. Die Neigungs-Wage hat einen astatischen, d. h. in indifferentem Gleichgewicht befindlichen Balken, welcher in bestimmten Stellungen kleine staffelförmig aufgestellte Belastungshäkchen aufnimmt oder beim Rückgang absetzt. Ist die Platte schwer genug, ein bestimmtes Häkchen noch vollständig abzuheben, so geht der Balken noch bis zum nächst höheren und versucht auch dieses noch zu bewegen. Durch diese Einrichtung werden Schwingungen vermieden und Unordnungen, welche entstehen könnten, wenn die Platte gegen die Wand zwischen zwei Fächern träfe, sind ausgeschlossen. Eine Wägung dauert 15 Secunden. Die Erfolge dieser Maschine dürften mit die Veranlassung gewesen sein, dass man jetzt auch bei grösseren Geldinstituten selbstthätige Geldmünzwagen zur Prüfung der Echtheit der eingehenden Geldmünzen aufgestellt hat. Verbreitet ist die selbstthätige Goldwage von Stückrath in Berlin. Bei dieser und der vorher erwähnten Maschine erfolgt auch das Auf- und Ablegen der Stücke selbstthätig. Die bedienende Person hat nur von Zeit zu Zeit einen Trichter mit Münzen oder Platten zu füllen und die Sortengefässe zu entleeren. Der Betrieb der Maschine kann durch jede Elementarkraft z. B. durch den Druck städtischer Wasserleitungen geschehen.

Die selbstthätigen Getreidewagen sind besonders durch Reisert, Kaiser und Riedinger ausgebildet worden. Ersterem ist es als Theilhaber der Firma Reuther und Reisert, Hennef a. d. Sieg, gelungen, eine so vollkommene Getreidewage zu construiren, dass sie in Deutschland und Frankreich zur Aichung zugelassen wird.

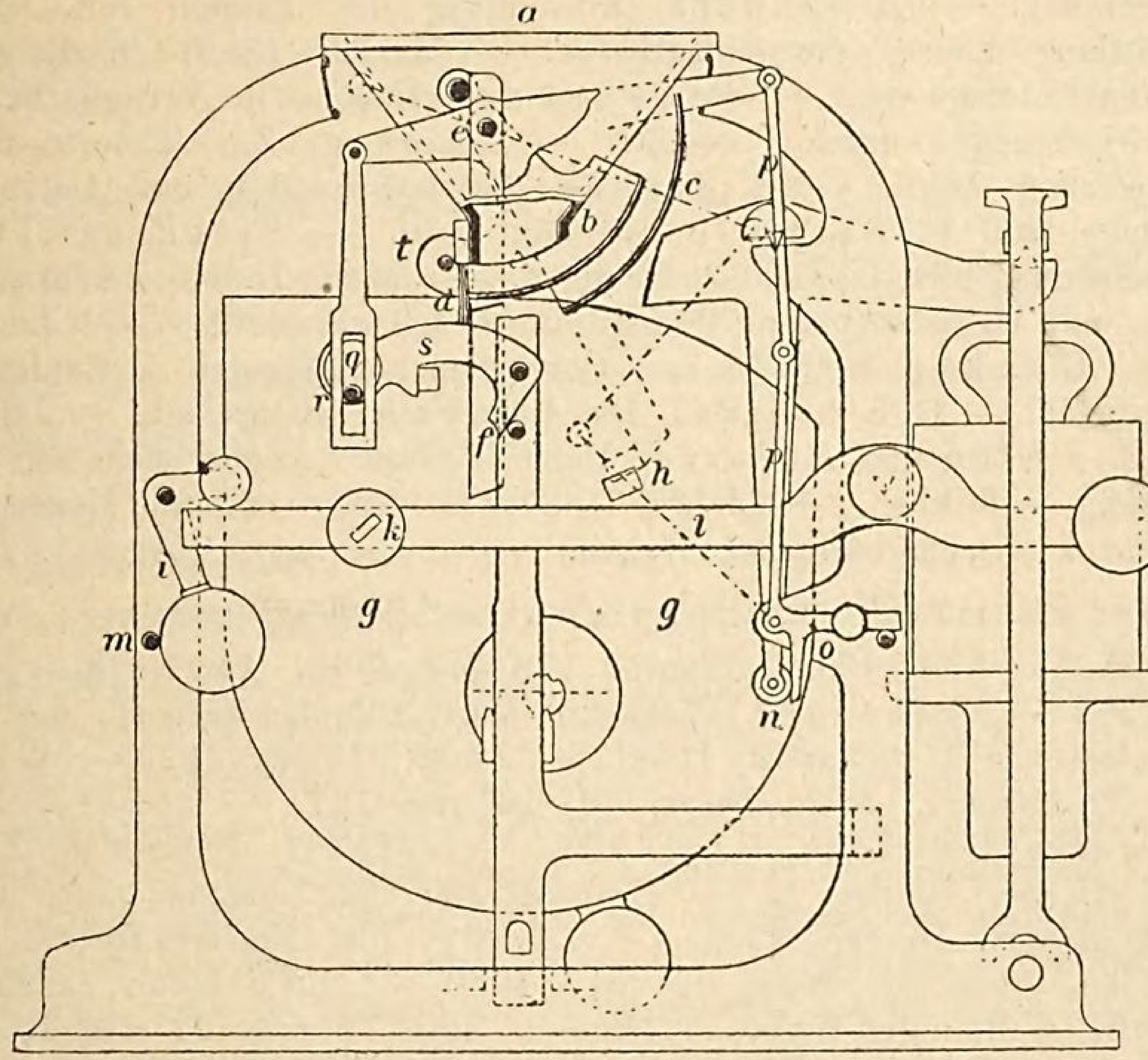
*) Auch für das Sortiren der Seidengarne sind durch Honegger in Rüti bei Zürich selbstthätige Wägemaschinen gebaut werden, s. Dinglers Journ. 1873, Bd. 209 pag. 247. Dieselben haben sich aber auf die Dauer noch nicht bewährt.

**) S. Münze VI pag. 186.

Diese Wage, auf deren Beschreibung hier näher eingegangen werden soll, hat einen gleicharmigen, doppelt gegabelten Wagebalken, an dessen einem Ende ein Getreidebehälter hängt, während das andere Ende eine Schale für Wägesteine trägt. Das Getreide fliesst aus einem Trichter in den Behälter. Ist das Gewicht der Füllung dem der Steine gleich, so tritt eine Bewegung des Balkens ein, welche den Auslaufschieber des Trichters selbstthätig schliesst, während gleich darauf eine Auslaufklappe des Gefässes geöffnet wird. Dieselbe bleibt offen, bis die Entleerung vollständig erfolgt ist. Bei der neuesten Bauart der Wage wird das Gefäss behufs Entleerung durch Drehung um eine Achse umgestürzt und kehrt von selbst in die Füllstellung zurück. Bei Auslauf des Getreides wird jedesmal ein Zählwerk in Bewegung gesetzt, welches somit selbstthätig die Zahl der durchgegangenen Füllungen von bekanntem Gewicht zur fortlaufenden Anzeige bringt. Während bei dem Auslauf durch den Fall des Getreides ein beträchtliches Arbeitsvermögen verfügbar ist, welchem die zur Bewegung des Zählwerkes erforderliche Arbeit leicht entnommen werden kann, liegt für die Einleitung der Bewegungen nach Erreichung des Sollgewichtes eine gewisse Schwierigkeit vor. Die Wage muss diese Bewegungen durch den Eintritt des Gleichgewichtes veranlassen, obwohl Gleichgewicht nichts Anderes ist als das Arbeitsvermögen Null, und sonach streng genommen, selbst die kleinste Wirkung auf äussere Mechanismen als Fehler zu betrachten ist. Offenbar darf daher der Wagebalken die erforderlichen Bewegungen nicht selbst vollführen, sondern nur auslösen. Es muss also ausserhalb des Balkens eine Arbeitskraft, z. B. die eines Gewichtes oder einer Feder verfügbar sein, welche schon durch die geringste Störung des Gleichgewichtes ausgelöst wird und im Stande ist, die Bewegungen selbständig zu Ende zu führen. Damit der Schluss der Zulauföffnung möglichst schnell erfolgt und die kleinen Unterschiede der hiezu erforderlichen Zeit ohne Einfluss bleiben, wird die Oeffnung kurz vor Erreichung des genauen Gewichtes durch eine Vorschlussklappe *b* bis auf zwei kleine Löcher geschlossen, deren Schluss erst nach Eintritt des Gleichgewichtes durch eine zweite Klappe *c* erfolgt. In Fig. 5243, einer skizzenhaften Darstellung dieser Wage, ist *a* der Zulauftrichter mit rechteckiger Auslaufsplatte, welche durch die Klappen *b* und *c* unter Mitwirkung des Bürstenbesatzes *d* geschlossen werden kann. Beide Klappen sind um die am Trichter befestigten Zapfen *e* drehbar und bewegen sich in gewisser Entfernung von der Oeffnung, damit ihr Widerstand an den Körnern nicht zu gross ist. Zur Bewegung der Vorschlussklappe *b* dient der Arm *f*, welcher während des grössten Theiles der Fülldauer durch eine am Gefäss *g* befindliche Nase *h* in der punktirt gezeichneten Stellung gehalten, bei eintretender Senkung des Gefässes aber freigegeben wird und, bis zur senkrechten Lage schwingend, die Vorschlussklappe schliesst. Die zu dieser Auslösung erforderliche kleine Senkung wird unterstützt durch den belasteten Winkelhebel *i* und den mit Tarirläufer *k* ausgestatteten Nebenbalken *l*. Nach einer bestimmten Senkung des Gefässes legt sich das Belastungsgewicht des Winkelhebels gegen einen Anschlagstift *m*, wie gezeichnet, wodurch der Nebenbalken von diesem Druck entlastet wird und nur noch mit sehr geringer, von der Stellung des Tarirläufers *k* abhängiger Kraft im Sinne der Last wirkt. Ist die Summe dieser beiden Kräfte durch den noch stattfindenden schwachen Zulauf so weit gestiegen, dass sich der Hauptwagebalken in Bewegung setzt, so stösst der mit Rolle versehene Stift *n* an den kleinen Winkelhebel *o*, welcher mit dem unteren Arm des Knies *p* fest verbunden ist, und dieses veranlasst, die punktirt gezeichnete Lage einzunehmen. Hierdurch wird der, mit den Kniehebeln *p p* durch einen Hebel verbundenen Abschlussklappe *c* die Stütze entzogen, welche sie offen hielt. Sie fällt durch ihr Eigengewicht zu und hebt mittelst der Schleife *r* den Haken *s*, so dass der Behälter umkippen und seinen Inhalt entleeren kann. Bei dieser Bewegung wird durch einen Stift der Hebel eines nicht gezeichneten Zählwerkes bewegt und dieses um eine Einheit weiter geschaltet. Sofort nach der Entleerung kehrt infolge der Wirkung eines Gegengewichtes das Gefäss in die Füllstellung zurück. Hierbei

bringt die Nase *h* den Arm *f* und mit ihm die Vorschlussklappe *b* wieder in die Füllstellung. Die Klappe *b* nimmt aber durch den Stift *t* die Klappe *c* mit

Fig. 5243.



Skizze zu Reiserts selbstthätiger Getreidewage.

und bringt hierdurch auch das Knie *p* und den Haken *s* wieder in die Füllstellung zurück.

Will man die Wage zur Controle im leeren oder gefüllten Zustande einspielen lassen, so muss verhindert werden, dass die Schlussklappe *c* bei ihrer Abschlussbewegung den Haken *s* aushebt. Hierzu dient ein kleines Excenter *q*, welches durch Drehung um 180° den am Ende des Sperrhakens *s* befindlichen Stift um so viel höher rückt, dass ihn die Schleife beim Zufallen der Schlussklappe nicht erreicht. Ausserdem ist noch bei der Controle der Winkelhebel *i* so weit zu heben, dass er den Nebenbalken *l* nicht mehr berührt.

Eine gewisse Aehnlichkeit in ihrer Wirkung mit der automatischen Kornwage haben die selbstthätigen Krämerwagen, welche nach einem amerikanischen Patent in England von W. u. T. Avery in Birmingham ausgeführt werden. Sie dienen zum Abfüllen von Kaffee, Reis, Thee, Tabak etc. in kleine Packete von bestimmtem Gewicht. Auch bei diesen Wagen wird bei erreichtem Gleichgewicht der Materialzufluss von selbst abgestellt, so dass die Genauigkeit der Wägung von der mehr oder weniger grossen Sorgfalt von Personen unabhängig wird. Durch die hierdurch entstehende Materialersparniss allein sollen sich diese Maschinen bald bezahlt machen.

Literatur: Leupold, teatrum staticum, pars I. Leipzig 1726. — v. Gerstner, Handbuch der Mechanik, Prag 1831, Vol. I. — Dove, Ueber Mass und Messen, Berlin 1835. — A. v. Burg, Artikel „Wagen“ in Prechtl's Technologische Encyclopädie, Bd. XX. — Hartmann's Wagen und ihre Construction, Weimar 1864. — F. Place, Theorie und Construction der Neigungswage, Weimar 1869. — Ernst Brauer, Die Construction der

Wage, Weimar 1880. — F. Grashof, Theoretische Maschinenlehre, 2. Bd., pag. 722 bis 774, Hamburg und Leipzig 1883. — Die Zeitschrift für Instrumentenkunde enthält die folgenden Aufsätze: Jahrg. 1881, Dittmar, Die Wage, Fortsetzung 1882. — Verbeck und Peckholdt, Dresden, Wage mit constanter Empfindlichkeit. — F. Sartorius, Wagen mit Arretirvorrichtung. — Löwenherz, Anwendung der Torsion von Drähten zur Ermittlung kleiner Gewichtsgrössen. — Jahrg. 1882, A. Rueprecht, Demonstrationswage. — Schwirkus, Ueber die Veränderlichkeit von Gewichtsstucken durch Porosität. — Thiesen, Zur Theorie der Wage. Fortsetzung 1883. — E. Brauer, Achsencorrection und Compensationsgehänge von F. Sartorius in Göttingen. — Stückrath, Wage zur Aufzeichnung von Gewichtsänderungen. — Jahrg. 1883, Reimann, Aräometer mit Patentkörper als Substitutionswage verwendbar. — Jahrg. 1884, J. P. Cooke, Methode zur Correction wegen des Luftauftriebes bei Wägungen. — G. Schwirkus, Das Emery'sche Blattgelenk. — Jahrg. 1885, W. E. Ayrton und J. Perry, Ueber Federn, welche sich bei der Ausdehnung aufdrehen. — Jahrg. 1887, G. Schwirkus, Ueber Bau und Gebrauch wissenschaftlicher Wagen. *Ernst A. Brauer.*

Ueber chemische und physikalische Wagen s. a.:

Frerichs Ann. Chem. Pharm. 178 pag. 365, Arzberger, ebendas. pag. 382. — Arzberger, Wage mit Vorr. zum Umwechseln der Gew. bei geschlossenem Wagekasten, Dingl. pol. Journ. 219 pag. 402. — Westphal, neue Probirwage, Arch. Pharm. (3) 16 pag. 181. — Bezold, hydrostat. Zeigerwage, Centrl.-Ztg. 1 pag. 101. — Deleuil, Balance de laboratoire Bull. d. enc. 76 pag. 9. — Bunge, Wägeinstrumente neuer Construct. Carl's Repert. 16 pag. 372. — v. Lang, die Capillarwage, s. Sitzgsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. 86 pag. 1060. — Reuleaux, amerik. Fortschritte im Bau der Wagen, s. Ann. f. Gew. 16 pag. 21 und 49 pag. 335, dann Fortschritte auf dem Gebiete des Wägens, Zeitschr. d. V. d. Ing. 28 pag. 619. — Bunge's Präcisionswagen, Centrl.-Ztg. 5 pag. 220 u. 229, s. a. Dingl. pol. Journ. 238 pag. 47, Analysen und Experimentirwage. — Lommel, aerost. Wage z. Best. d. spec. Gew. v. Gasen, Pogg. Ann. 1. S. pag. 144. *Gtl.*

Wage densivolumetrische nennt Sourbé in Bordeaux (D. R. Pat. 17123) einen von demselben construirten Apparat zur Ermittlung des Volumens einer Flüssigkeit mit Hilfe der Decimalwage. Vgl. Chem. Ind. 5 pag. 133. *Gtl.*

Wage hydrostatische, s. b. Gewicht specifisches III pag. 780.

Wage hydrostatische Mohr's, s. b. Gewicht specifisches III pag. 780.

Wage (Tangenten-) Zengers, s. b. Gewicht specifisches III pag. 782.

Wagebarometer. Ein von Morland (1670) erfundenes, neuerer Zeit von Secchi wieder in Verwendung gebrachtes Instrument zur selbstthätigen Registrirung der Schwankungen des Luftdruckes (Barometrograph). Dasselbe besteht aus einem mit Quecksilber gefüllten Barometerrohr, das mit seinem unteren, offenen Ende in ein fixes Gefäss mit Quecksilber taucht und an einem Ende eines Wagbalkens befestigt ist, der durch ein entsprechendes Gegengewicht am anderen Ende ausbalancirt ist, das so gewählt ist, dass es dem Gewichte des Rohres mit der dem mittleren Luftdrucke des Ortes entsprechenden Quecksilberfüllung gerade das Gleichgewicht hält. Aendert sich nun der Luftdruck, steigt er z. B., so wird die Quecksilbersäule in dem Rohre steigen und somit das Gewicht der Quecksilberfüllung des Rohres zunehmen, der Wagbalken an der Seite, an welcher er das Rohr trägt, sich sonach senken müssen, während bei Abnahme des Luftdruckes das entgegengesetzte Verhältniss eintreten muss. Die hiedurch bedingten Aenderungen in der Stellung des Wagebalkens lassen sich, wie begreiflich, leicht auf einen

Schreibstift übertragen, der an einer, mittels eines Uhrwerkes gleichmässig weiterbewegten Schreibfläche eine Linie zieht, deren Abweichung von der der Normallage des Wagbalkens entsprechenden Geraden für bestimmte Zeiten den Barometerstand angibt. *Gtl.*

Wagen, s. Fuhrwerke III pag. 633, s. Baumwollspinnerei I pag. 353.

Wagenfett, Wagenschmiere *(graisse pour voitures, cambouis — carriage grease)*, s. b. Schmiermaterialien VII pag. 765, vgl. a. Harzöl IV pag. 255.

Wagenfirniss, Wagenlack, s. b. Firniss III pag. 490.

Wagenmantin. Veralterte Benennung für das Steinkohlentheerparaffin, welches s. Z. von Wagenmann in den Handel gebracht wurde. *Gtl.*

Wagenräder gewalzte, Scheibenräder, s. Waggonräder.

Wagenschmiere, s. Wagenfett.

Wagenspritzen, s. Löschwesen V pag. 632.

Wagenverdeckleder, s. Leder V pag. 333, 334.

Wagnerarbeiten, s. Fuhrwerke III pag. 629—655.

Wagnerholz *(bois de charronage — cartwright's timber)*, Stellmacherholz, ist meist hartes Holz, namentlich von der Eiche, Ulme, Esche, Birke stammend, s. Nutzholz VI pag. 378. *E.*

Wagnerit, Min. Kurzsäulenförmige, verticalstreifige Krystalle des monoklinen Systems, von muschligem Bruche, weingelber bis honiggelber Farbe, auch weiss, durchscheinend bis durchsichtig, mit Fettglanz, der sich fast dem Glasglanze nähert. Härte 5—5·5, spec. Gew. 3·0—3·15. Ist ein Doppelsalz des Fluormagnesiums und der phosphorsauren Magnesia, mit ca. 50·4 Proc. Magnesia, 43·3 Proc. Phosphorsäure und 11·4 Proc. Fluor, worin ein Theil (3—4·5 Proc.) durch Eisenoxydul und durch Kalk (1—4 Proc.) ersetzt sein kann. Vorkommen ziemlich selten bei Werfen in Salzburg. *Gtl.*

Wahlverwandtschaft, s. b. Verbindung chemische X pag. 93.

Wahndach, s. Dach II pag. 463, Fig. 824 u. 825.

Wahndielen, Mitteldielen. Die breitesten Bretter, welche aus der Mitte eines Baumstammes geschnitten werden. *E.*

Wahnkante ist die noch mit Rinde versehene, nicht scharfe Kante am Baumstamme beim Bewaldrechten des Stammes, s. d. I pag. 443.

Waid *(guède, vouède — dyer's woad, norman woad)*, Normännischer Waid, Pastel. Dieses namentlich in früherer Zeit, zum Theile aber auch noch gegenwärtig in der Färberei verwendete Materiale stammt von der, der Familie der Kreuzblüthler zugehörigen, als *Isatis tinctoria* bekannten zweijährigen Pflanze, welche einen etwa 1^{m} hohen und 1^{cm} dicken Stamm treibt, der mit Zweigen besetzt ist und nächst der Wurzel gross gekerbte Blätter trägt. Die Blätter sind graugrün, die erst im zweiten Jahre erscheinenden Blüthen zahlreich in Schirmtrauben stehend, blassgelb, die Früchte sind schwarze, hängende Schötchen. Die Pflanze ist in Europa einheimisch und gedeiht namentlich auf trockenem Boden (sehr gut an den trockenen Uferbergen der Saale). Sie wurde im Mittelalter bis in das 17. Jahrhundert insbesondere in Thüringen in grosser Menge cultivirt und bildete damals das wichtigste Materiale zum Blaufärben. Seit dem Beginne der Einfuhr des Indigos wurde der Waid immer mehr verdrängt, doch wird er, wenn auch in wesentlich geringeren Quantitäten, auch heute noch cultivirt.

Man sammelt im Monate Juni des ersten und zweiten Jahres die Blätter und kann später noch eine dritte Ernte von dem Blätternachwuchse erhalten. Die gesammelten Blätter

werden behufs Entfernung anhaftenden Erdreichs etc. abgewaschen, hierauf getrocknet und nun unter Wasserzusatz auf einer Nassmühle zu einem Brei zerrieben, welcher unter einem Dache auf Haufen von circa 1m aufgefahren und so einem Gährungsprocesse unterworfen wird. Nach etwa 14tägiger Ruhe werden die Haufen umgesetzt, die vergohrene Masse in runde Ballen geformt und diese an einem vor Regen geschützten Orte an der Luft getrocknet. Mitunter zerreibt man diese Masse nochmals mit etwas Wasser und lässt sie eine nochmalige Gährung durchmachen. An anderen Orten, wie z. B. im Elsass und im Dep. Calvados zerreibt man die Blätter gar nicht, sondern schichtet sie in Haufen auf und überlässt sie der Gährung, worauf man sie zu Kuchen formt.

In Deutschland producirt namentlich die Umgebung von Erfurt und von Langensalza Waid, welcher als Thüringer Waid bekannt ist und in Fässern verpackt in den Handel kommt. Die geschätzteste Sorte ist jene von Langensalza, welche an der auf dem Fassdeckel eingebrannten Marke, das aus drei Thürmen gebildete Stadtwappen darstellend, kenntlich ist. Auch Böhmen und Ungarn produciren Waid, der indessen fast nur für den heimischen Bedarf dient. Von Frankreich kommen die besten Sorten aus der Provence, Languedoc und der Normandie. Guter Waid muss Brocken von süsslichem Geruche und grüngelber bis grüner Farbe bilden, die leicht sind und am Bruche einen schwachen Fettglanz zeigen. Im befeuchteten Zustande über ein Blatt Papier gestrichen, sollen sie einen hellgrünen Strich geben. Bei zunehmendem Alter nimmt der Waid an Farbstoffgehalt und also an Werth zu und soll bei rationeller Aufbewahrung der Waare der Farbstoffgehalt nach 6—8 Jahren sich verdoppeln.

Der Waid ist eine wahre Indigopflanze und enthält Indican, aus welchem sich in Folge des eingeleiteten Gährungsprocesses Indigoblau bildet (vgl. Indican IV pag. 472, s. a. Indigo IV pag. 491). Der Gehalt an Indigoblau in dem vergohrenen Waid ist indessen nur gering und beträgt höchstens 0·5—0·75 Proc. Man verwendet gegenwärtig, wo man in dem Indigo einen weit reineren und billigeren Farbstoff besitzt, den Waid nur in untergeordnetem Masse, vornehmlich in der Küpenfärberei zur Herstellung einer unter dem Namen Waidküpe bekannten Indigoküpe, vgl. Indigo IV pag. 494. *Gtl.*

Waidküpe, s. b. Waid, vgl. a. Indigo IV pag. 494.

Walchowit, s. b. Retinit VII pag. 361.

Wald-Ahorn, *Acer pseudoplatanus (sycomore — sycamore)*, Bergahorn, s. Ahornholz I pag. 60.

Waldbau, s. Forstwirthschaft III pag. 611.

Waldcochenille, s. m. wilde Cochenille *(grana silvestra)*, s. Cochenille II pag. 369.

Waldhaar. Unter diesem Namen, fälschlich auch Seegras genannt, ist das durch Trocknen der Halme und feineren Stengel von mehreren bei uns einheimischen Riedgrasarten, namentlich *Carex brizoides L.* gewonnene Packmateriale bekannt. Die das Waldhaar liefernden Riedgrasarten, die namentlich in lichten Wäldern Mitteleuropas oft grössere Flächen bedecken, haben schmale, striemenförmige, etwas rauhe Blätter und schlanke Halme, die 0·3—0·7m hoch werden und getrocknet ein gutes, wenn auch nicht sehr elastisches Materiale zum Packen, sowie zum Ausstopfen von Stuhlpolstern, Matratzen u. dgl. bilden. Es wird namentlich aus den Gegenden des Oberrheins zu Markte gebracht und kommt zumeist in ziemlich dicken, zopfartig geflochtenen Strängen in den Handel. *Gtl.*

Waldivin. Glukosid von der Formel $C_{18}H_{20}O_{10} + 2^1/_2 H_2O$ aus den Früchten von *Simaruba Waldivia* (Simarubeen), durch Auslaugen derselben mit Alkohol und Extraction des Rückstandes von der Verdunstung des alkoholischen Auszuges mit Chloroform, abscheidbar und durch Umkrystallisiren des bei der Verdunstung der Chloroformlösung resultirenden Rückstandes aus Wasser in reiner Form darzustellen. Es bildet sechsseitige Prismen die farblos sind und bei 230° C. schmelzen. Es schmeckt intensiv bitter, ist optisch nicht activ, löst sich schwer in kaltem Wasser (600 Thl.), leichter in kochendem Wasser (30 Thl.) und in Alkohol von 70 Proc. (60 Thl.), leicht in Chloroform, nicht in Aether. Alkalien zersetzen es leicht unter Abscheidung eines nicht gährungsfähigen Zuckers, der rechts polarisirt (vgl. Tanret, Bull. d. l. soc. chim. 35 pag. 104). *Gtl.*

Waldmeister *(aspérule — moscateline)*, Meserig, Steinkraut, Herzfreude, Sternleberkraut. Das blühende Kraut von *Asperula odorata L.*, einer in ganz Mitteleuropa, namentlich in Deutschland und Oesterreich in schattigen, etwas feuchten Buchenwäldern einheimischen Rubiacee. Die etwa 15 bis 30^{cm} hoch wachsende perennirende Pflanze hat eine kriechende Wurzel und einen einfachen, kantigen, fast glatten Stengel, welcher mit, in Gruppen von 6—8 quirlförmig stehenden, länglich-lanzettlichen, stachelspitzigen, am Rande bewimperten, längs der Hauptnerven weiche Borstenhaare tragenden, glänzend grünen Blättchen besetzt ist. Die am Ende des Stengels in zierlichen Doldentrauben stehenden Blüthen sind weiss, sehr zart und von angenehm aromatischem Geruche, der auch den Blättern eigenthümlich ist und wesentlich durch den Gehalt der Pflanze an Cumarin (s. d. II pag. 419) bedingt ist. Von wesentlichen Bestandtheilen enthält das Kraut ferner eine geringe Menge eines äther. Oeles, einen Bitterstoff und einen eisengrünenden Gerbstoff (Aspertannsäure). Das blühende Kraut, welches früher als Arzeneimittel verwendet wurde, dient gegenwärtig fast nur als Gewürz zur Bereitung des Waldmeistertrankes oder Maitrankes, der durch Aufgiessen des frischen Krautes oder einer aus demselben bereiteten Essenz (Waldmeisteressenz) mit Weisswein und Zucker bereitet wird. Zum Theil findet es auch Verwendung für Zwecke der Parfumerie, für die Herstellung des Heubouquets etc. *Gtl.*

Waldseide, s. m. wilde Seide, d. i. die durch Krempeln der in den Wäldern Centralamerikas, Indiens und Chinas gesammelten Cocons gewonnene Rohseide. *Gtl.*

Waldwolle *(laine des forêts — yarn from the scotch fir)* wird der durch Kochen von Fichten- und Kiefernadeln mit Dampf unter Druck und Bearbeitung der aufgeschlossenen Substanz auf Schlagwerken darstellbare Faserstoff genannt, der seiner wollähnlichen Beschaffenheit wegen, in seinen feineren Qualitäten, in Gemeinschaft mit Baumwolle oder Wolle, als Gespinnstfaser, in gröberer Sorte als Polstermateriale und als Rohstoff für Papierfabrication verwendet wird und der namentlich zur Herstellung von einem als Gesundheitsflanell gerühmten Gewebe, das für Gichtkranke und an Rheumatismen Leidende vielfach empfohlen wurde, Verwendung findet. Diese zuerst von Weiss in Zuckmantel (österr. Schlesien) aufgenommene Verwerthung der Coniferen-Nadeln ist später auch in Deutschland (Rudolstadt), dann in Holland, Frankreich und Schweden eingeführt worden und erfreut sich namentlich das von Lairitz in Remda (Thüringen) erzeugte Product eines guten Rufes.

Zweckmässig verfährt man bei dem Betriebe der Waldwollefabrication gegenwärtig so, dass man die zu verarbeitenden Nadeln zunächst in Dampfdestillirapparaten destillirt und auf diesem Wege das ätherische Oel derselben gewinnt, das unter dem Namen Waldwoll-, Kiefernadel- oder Fichtennadel-Oel (s. d. III pag. 483) bekannt ist, worauf das Kochen unter Druck erfolgt. Die bei diesem Kochprocesse resultirende wässrige Abkochung wird nach der Abscheidung des Faserstoffs durch Eindampfen concentrirt und liefert das sogen. Waldwoll- oder Fichtennadel- auch Kiefernadel-Extract, welches als stärkendes Mittel, namentlich als Zuthat zu Bädern empfohlen und verwendet wird. Es stellt eine schwärzlich-braune, stark aromatisch riechende, z. Thl. harzige, aromatisch-bitter schmeckende Masse dar. *Gtl.*

Waldwollextract, s. b. Waldwolle.

Waldwollöl, s. b. Waldwolle, vgl. a. Fichtennadel-Oel III pag. 483.

Walfischthran, s. b. Thran IX pag. 453.

Walken *(fouler, foulage — fulling, milling)*, s. Tuchfabrication IX pag. 665.

Walkerde *(argile savonneuse, cimolithe — fuller's earth)*, Walkermergel, Seifenerde, Seifenthon. Mit diesem Namen werden verschiedene

Arten von Thon, bez. Thonmergeln bezeichnet, welche der Anforderung entsprechen, sich in Wasser leicht zu einem gleichmässigen, feinen Brei anrühren zu lassen und einen gewissen Grad von Saugfähigkeit für Fette zu besitzen. Diese Eigenschaft kommt namentlich gewissen mergeligen Thonen und Verwitterungsproducten von Diorit und Dioritschiefern zu, wie sich solche in mehreren Orten Oesterreichs (Steiermark, Böhmen, Schlesien), dann in Deutschland, namentlich bei Aachen (Vaels), dann bei Cassel, Rosswein in Sachsen u. a. O., in England bei Kent und Surrey u. s. w. finden.

Die Walkerde dient, wie der Name sagt, als Walkmittel in der Tuchfabrication, ferner zum Ausbringen von Fettflecken aus Stoffen, Holz u. dgl., andererseits aber wird sie gleich anderen milden Thonsorten als Zusatz bei der Herstellung von Ultramarin, sowie von verschiedenen anderen Mineralfarben, dann als Grundirung, z. Thl. auch als Glättmittel bei der Fabrication von Buntpapier und Tapeten u. z. a. Z. verwendet. *Gtl.*

Walkfett wird das aus den Walkwässern, durch Fällen der in diesen gelösten Seifen mit Kalksalzen und Zersetzen des ausgeschiedenen Niederschlages von fettsaurem Kalk mit einer stärkeren Säure (Salzsäure), oder durch directes Ansäuern der Walkwässer mit Schwefelsäure abscheidbare Gemenge von Fettsäuren und Oelsäuren genannt, welches entweder directe oder nach vorheriger Reinigung durch Umschmelzen zur Fabrication von Seifen verwendet werden kann. Näheres über die verschiedenen Verfahrungsarten s. Das deutsche Wollengewerbe 1875, Nr. 1, Jahrber. d. preuss. Fabriksinspectoren 1875 pag. 135, Wag. Jahrber. d. chem. Technol. 1878, vgl. a. Wollfett. *Gtl.*

Walkhämmer *(maillets, fouloirs — stocks, fulling stocks)*, s. Tuchfabrication IX pag. 666.

Walkmaschine *(machine à fouler — fulling machine)*, s. Tuchfabrication IX pag. 666.

Walkseife. Unter diesem Namen werden die für die Tuchwalkerei bestimmten Seifen in den Handel gebracht, welche mit einem möglichst hohen Gehalte an Fettsäuren eine möglichst neutrale Reaction und Geruchlosigkeit verbinden. Vornehmlich eignen sich Talkkernseifen für diese Verwendung, vergl. Seife VIII pag. 166. *Gtl.*

Walkstock, s. Walken.

Wallholz, Wullholz. Ein rund ausgehöhltes Holzstück, welches beim Anfertigen des geblasenen Tafelglases gebraucht wird. *E.*

Wallis *(dimity)*, Dimity, ist ein Baumwollgewebe mit Köperstreifen, siehe Weberei.

Wallnuss, Wallnussöl, Wallnusschalen, s. b. Nüsse VI pag. 375—377.

Wallnussbaum. Pflanzengattung aus der Familie der Iuglandeen. Das Holz junger Bäume ist wenig brauchbar, später aber wird es hart, zäh und elastisch und das Kernholz nimmt eine schwarzbraune, gewässerte und marmorirte Farbe an. Es ist fein, etwas glänzend, leicht spaltig, im Trockenen sehr dauerhaft und wird besonders zu Möbeln und Gewehrschäften verwendet. *E.*

Wallonenschmiede, s. b. Eisenerzeugung III pag. 3.

Wallonia, s. Valonia X pag. 48.

Wallosin, s. b. Fischbein III pag. 506.

Wallstein *(dame — dam)*, s. Eisenerzeugung III pag. 8.

Walpurgin, Min. Kleine rhombische Blättchen von wachsgelber bis röthlichgelber Farbe und lebhaftem Fettglanze. Spec. Gew. = 5·8. Ist ein wasserhaltiges Doppelsalz von arsensaurem Wismuth und arsensaurem Uranoxyd. Vork. auf der Grube Weisser Hirsch bei Schneeberg in Sachsen. *Gtl.*

Walrath (*blanc de baleine — cetine*), Spermaceti, Cetaceum. Unter diesem Namen geht das, gemeiniglich in die Gruppe der wachsähnlichen Fette eingereihte, eigenthümliche blättrig krystallinische starre Fett, welches aus dem Gehirnfette einiger der zu den Walen gehörigen Potfisch- oder Cachelot-Arten (gewöhnlich *Catodon* oder *Physeter makrocephalus Shw.*) gewonnen wird.

Die Potfische oder auch Spermwale, wie sie von den Seefahrern genannt werden, sind riesige, plumpe Fischsäugethiere, die durch ihren überaus grossen, fast ein Drittheil des Körpers bildenden Kopf auffallen, der bis zum Schnauzenende hoch aufgetrieben und dann kurz abgestumpft oder abgerundet ist. Diese Form und Grösse des Kopfes wird durch eigenthümliche, zum Theile vor dem Schädel, zum Theile in dem vertieften Oberkieferknochen sitzende grosse Hohlräume bedingt, welche durch sehnige Scheidewände in einzelne, jedoch zusammenhängende Behälter getheilt sind, die von einer dicken Specklage überdeckt und mit einem halbflüssigen gelblichen Fette erfüllt sind. Die Potfische finden sich in allen grossen Meeren vom Aequator bis zu den Polen und leben namentlich in den Tropengegenden der Südsee heerdenweise. Die Jagd auf diese Thiere, welche vornehmlich von Amerikanern und Engländern in der Südsee und im stillen Ocean betrieben wird, ist bei der grossen Behändigkeit und Stärke der Thiere ziemlich schwierig und erfordert namentlich die Kenntniss der Sammelplätze bez. jener Stellen des Meeres, wo sie sich in grösserer Menge aufzuhalten pflegen. Der Fang wird wie beim Walfisch mit Harpunen und Lanzen betrieben. Die erlegten Thiere werden eröffnet und zunächst aus den Schädelhöhlen, dann aber auch aus dem den Körper vom Kopf bis zum Schwanzende durchziehenden Canale und einigen kleineren Körperhöhlen das in demselben enthaltene, in dem noch warmen Körper flüssige, Fett ausgeschöpft, bez. entleert und in Fässer gefüllt. Beim Erkalten und längerer Ruhe scheidet sich aus diesem Fette eine bräunlich gelbe krystallinische Masse ab, welche das rohe Spermacet darstellt. Dieses wird nun durch Abtropfenlassen und Abpressen von dem flüssig bleibenden Antheile, d. i. dem Walrathöl oder Spermöl geschieden und sodann einer Reinigung unterworfen, welche durch Umschmelzen, Behandeln mit Wasser, abermaliges Schmelzen, Durchseihen, hierauf folgendes Waschen mit Lauge und wiederholtes Waschen mit Wasser, bewirkt wird. Die Ausbeute an Walrath ist eine sehr erhebliche, soferne ein mittelgrosser Wal zwischen 250—300 Centner flüssiges Fett liefert, aus welchem bis 50 Centner Walrath gewonnen werden.

Der gereinigte Walrath stellt eine schneeweisse, blättrig krystallinische Masse von perlmutterähnlichem Glanze und fettigem Griffe dar, die in dünnen Schichten durchscheinend ist. Sie hat einen specifischen, jedoch sehr schwachen Geruch und einen milden fettigen Geschmack, hat das spec. Gew. = 0·943 und schmilzt bei 50° C. zu einer fast farblosen, leicht beweglichen Flüssigkeit, die beim Erkalten wieder blättrig erstarrt. Seiner Zusammensetzung nach ist der Walrath wesentlich ein zusammengesetzter Aether der Palmitinsäure und des Cetyloxyds (Aethal-) also Palmitinsäure-Cetylester von der Formel

$$C_{16}H_{33}—C_{16}H_{31}O_2,$$

unterscheidet sich sonach wesentlich von anderen thierischen Fetten, welche fast durchwegs Glyceride sind, und nähert sich den Wachsarten. Er ist in Wasser völlig unlöslich, leicht löslich in kochendem Alkohol und in Aether, sowie in Fetten und ätherischen Oelen. Aus der alkoholischen und ätherischen Lösung scheidet er sich leicht in schuppigen Krystallen aus. Auf Papier erzeugt reiner Walrath keinen Fettfleck. Beim Kochen mit alkalischen Laugen wird er kaum angegriffen. Bei längerem Liegen an der Luft färbt sich der Walrath allmälig gelb und nimmt einen ranzigen Geruch an. Durch Waschen mit schwacher Natronlauge lässt er sich jedoch leicht wieder farb- und geruchlos erhalten.

Der Walrath brennt angezündet, an einem Dochte mit sehr heller weisser Flamme und wurde daher früherer Zeit, ehe noch die Stearinindustrie entwickelt war, vielfach zur Herstellung von Kerzen verwendet. Gegenwärtig dient er fast nur zur Bereitung feiner Salben und Pomaden, sowie als Zusatz zu Appreturmassen um glänzende Apprete zu erzielen, dann aber namentlich für die Herstellung von Arzeneimitteln (Salben, Pflastern u. dgl.) sowie in Verreibung mit Zucker als innerliches Arzeneimittel (präparirter Walrath oder Walrathzucker).

Der Walrath kommt gegenwärtig vornehmlich von Nordamerika aus zu Markte, ein Geringes liefert auch Frankreich. Er ist selten verfälscht, da jede Fälschung, zu welcher man namentlich Zusätze von Stearin oder Talg verwendet hat, schon durch das wesentlich veränderte Aussehen (kleinblättriges oder körniges

Gefüge) sowie durch die Probe auf Papier kenntlich ist, auf welchem eine mit solchen Zusätzen vermischte Waare Fettflecke hervorbringt.

Das als Nebenproduct bei der Walrathgewinnung fallende flüssige Fett kommt unter dem Namen Walrathöl oder Spermöl (*huile de spermacéti — chamber oil*) in den Handel und bildet nach der Reinigung durch Waschen mit Natronlauge und Wasser eine ölige Flüssigkeit von gelblicher Farbe und thranigem Geruche. Es besteht wesentlich aus Physetölsäure, etwas Valeriansäure, Glycerin und einer geringen Menge einer festen Fettsäure. Es findet als Thran (Potfisch- oder Cachelotthran), namentlich auch für Zwecke der Seifenfabrication Verwendung. Vgl. a. Thran IX pag. 452. *Gtl.*

Walrathkerzen, s. Leuchtstoffe V pag. 417.

Walrathöl, Spermöl, s. b. Walrath.

Walrathzucker, s. b. Walrath.

Walrosszähne, s. b. Elfenbein III pag. 259.

Walze (*cylindre — cylinder, roller*). Das Wort Walze bezeichnet Körper cylindrischer Gestalt, welche, aus widerstandsfähigem Materiale hergestellt, entweder dazu dienen, beim Transporte schwerer Massen die gleitende in die rollende Reibung zu verwandeln, oder formändernd (quetschend, streckend, glättend, musterbildend) auf Materialien einzuwirken, in welch' letzterem Falle meistens zwei Walzen zu einem Paare so verbunden werden, dass das Arbeitsstück zwischen beiden Walzen durchgeführt wird. Bei den formändernd wirkenden Walzen kommen nicht selten Abweichungen von der Cylinderform vor, ja solche Walzen sind sogar nicht immer Rotationskörper, haben aber doch stets rotirende Bewegung um eine bestimmte, durch das Innere des Walzenkörpers gehende Achse. Endlich werden Walzen auch zum Uebertragen von Farbe verwendet; sie führen dann die Bezeichnung Farbwalze, wenn die Farbe durch die ganze cylindrische Walzenoberfläche übertragen wird oder die Benennung Druckwalze, wenn dies nur durch einen Theil der Oberfläche bei Hervorbringung einer bestimmten Zeichnung geschieht (s. Walzendruck).

Betreffs der formändernd wirkenden Walzen, s. Eisenerzeugung III pag 50, Blechfabrication I pag. 566, Blechbearbeitung I pag. 550, Kopfwalzen V pag. 96, Pulverisiren VII pag. 96, Molettiren VI pag. 161 und Walzencalibrirung. Die Literatur ist in letzterem Artikel angegeben. *Kk.*

Walze, s. landwirthschaftliche Maschinen V pag. 294.

Walzen (*cingler — to roll*) bezeichnet die Arbeitsleistung formändernd wirkender Walzen, s. Walze.

Walzencalibrirung. Um einem Stabe eine bestimmte Endform zu ertheilen, lässt man ihn mehrfach durch zusammengehörige Walzen gehen, welche an ihrer Oberfläche so geformt sind, dass sie dem Stabe beim jedesmaligen Durchgange eine neue, der Endform mehr genäherte Form ertheilen. Die Formgebung der Walzenoberfläche, um durch diesen schrittweisen Uebergang die Endform zu erzielen, nennt man die Calibrirung der Walzen.

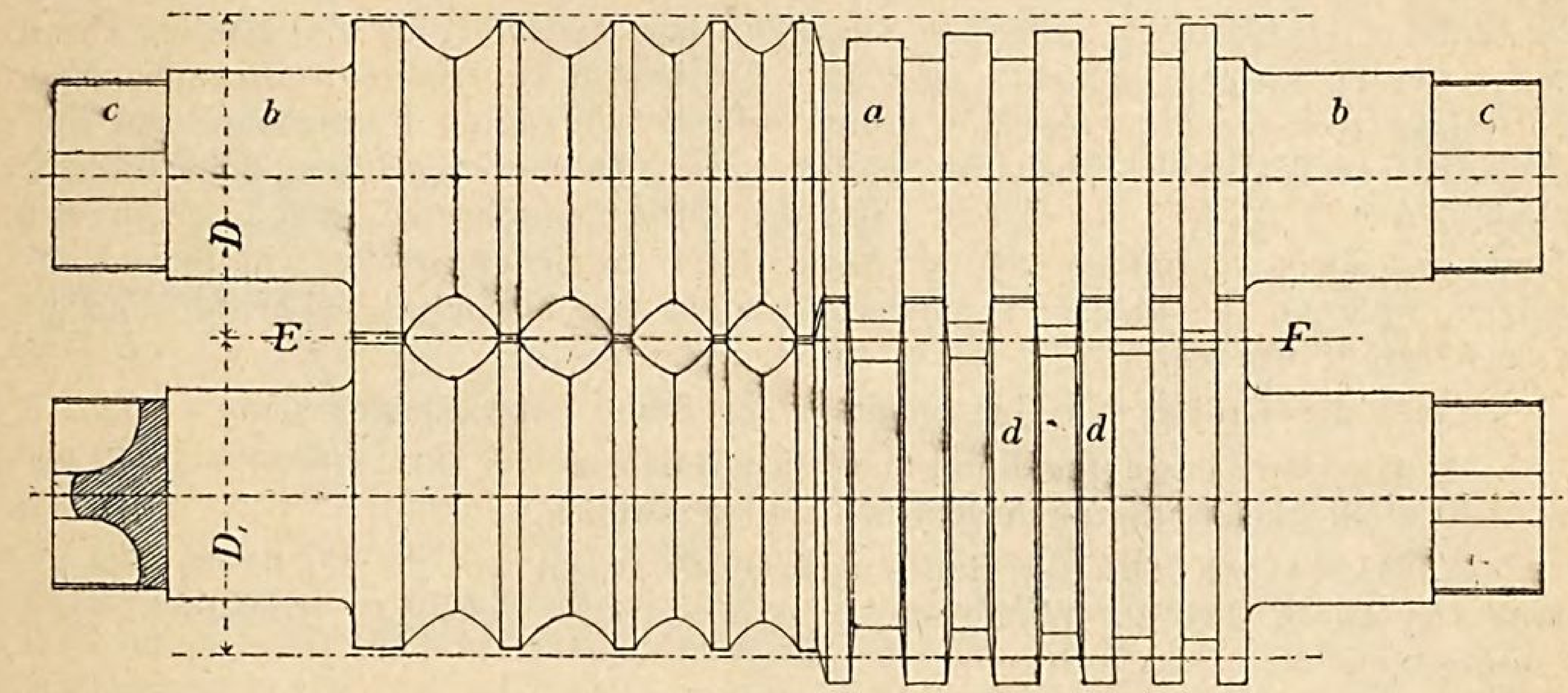
Bei der vielfachen Verwendung des gewalzten Eisens sind die Eisen- und Stahlwalzen unstreitig die wichtigsten, und soll deren Calibrirung nachstehend erörtert werden.

Die üblichen Benennungen erhellen aus nebenstehender Zeichnung eines Paares Luppenwalzen. Die Walze besteht aus 1. dem Ballen oder der Bahn (*a*), 2. den beiden Laufzapfen (*b b*), welche in Ständern gelagert, die Auflagerung sichern und die Drehung gestatten, 3. den beiden Kreuzzapfen (*c c*), welche die Kraftübertragung vermitteln, und dieserhalb kreuzförmig gestaltet sind.

Die Walzen rollen nicht fest aufeinander, sondern haben 1 bis 4^{mm} Abstand Spiel oder Anstellung. Die Linie EF, um welche man die Caliber an-

ordnet, ist das Calibermittel; bei symmetrischen Calibern geht diese Linie durch die Mitte des Calibers. Die Angabe der Walzendurchmesser bezieht sich auf das Calibermittel, so dass D und D_1 die betreffenden Walzendurchmesser

Fig. 5244.



bedeuten. D ist meistens grösser als D_1, die Differenz beider $(D - D_1)$ nennt man Oberdruck. Für die Walzenzeichnung genügt es, die Caliber um das Calibermittel aufzuzeichnen und die Zeichnung bis zu den Achsen der Walzen durchzuführen, wobei die Stossreifen (Walzenringe, Bunde, Remmel) (d) ersichtlich werden. Die Remmel sollen das Caliber seitlich abschliessen, auch die Walzen gegen Verschiebung in ihrer Achsenrichtung sichern. Um bei dem durch Verschleiss erforderten Abdrehen der Walzen wieder Schluss zu erzielen, macht man die Remmel wo möglich konisch. Den zum selben Gerüst gehörenden Walzen gibt man im Lauf- und Kreuzzapfen dieselben Abmessungen, auch dieselben Bahnlängen und Achsenabstände, um beim Auswechseln dieselbe Ständergarnitur benützen zu können.

Um die Vorgänge beim Walzen zu verstehen, sind die beiden elementaren Vorgänge, Druck und Breitung, ins Auge zu fassen. Wir erläutern dieselben an nachstehendem, der Praxis entnommenen Beispiele: Ein Stab Schmiedeeisen geht durch eine Walze, ohne durch Remmeln eingeengt zu werden. Die ursprüngliche Dicke von 15^{mm} werde bei diesem Durchgange auf 7^{mm} gebracht. Diese Stärkeabnahme $15 - 7 = 8^{mm}$ wird Druck genannt; sie ist eine directe Wirkung der Walze. Zugleich wird aber der Stab breiter und zwar von 20 auf etwa 25^{mm}. Diese Zunahme $25 - 20 = 5^{mm}$ heisst Breitung. Druck und Breitung stehen in der Abhängigkeit, dass, je grösser der Druck ist, desto grösser auch die Breitung ausfällt.

Diese Fundamentalbeziehung hat man vor Allem zu berücksichtigen; denn drückt man zu schwach, so wird das Caliber seitlich nicht voll, und geht die Operation vielleicht so langsam, so kühlt der Stab zu sehr ab. Ist der Druck zu stark, so entstehen schädliche Reibungen an den Remmeln oder gar Risse und Grate am Stabe. Bezüglich der Breitung ist zu berücksichtigen, dass man sie wohl durch Anordnung der Remmel verhindern oder beschränken, nicht aber über die Natur des Walzmateriales ausdehnen kann. Nimmt man die Breitung zu gross, so wird das Caliber seitlich nicht voll, und der Querschnitt des Stabes unbestimmt. Die Ausgleichung durch erhöhten Wärmegrad ist nicht erzielbar. Die grösste Mannigfaltigkeit der Vorbedingungen, welche das Material an sich, die oft erhebliche Wärmeabnahme während des Walzens und die Verschiedenheit der Façons bieten, verursacht, dass die Calibrirung im Ganzen noch auf der tastenden

Erfahrung beruht und zu festen Constructionsregeln nur erst bei wenigen einfachen Querschnittsformen gekommen ist.

Man kann die Walzen in zwei Hauptgruppen theilen: die Vorwalzen und die Fertigwalzen.

Die Vorwalzen sind entweder allgemeine oder specielle Vorwalzen. Erstere sind ohne Rücksicht auf die Endform construirt und dienen nur dazu, die Stäbe möglichst rasch soweit zu strecken, dass sie sofort der Fertigwalze überliefert werden können, um auf dieser ihre Fertigform zu erhalten. Die speciellen Vorwalzen sind für die grösseren Profile erforderlich, deren Formgebung auf der Länge einer Walze nicht bewirkt werden kann. Zu diesen gehören die schweren Winkeleisen ⊤ ⌶ ⊏ etc. Eisen. Bei den Eisenbahnschienen, wenn sie in der Fertigform nicht wesentlich von der Normalform abweichen, genügt ein Paar Vorwalzen, während die kleinen Besonderheiten auf den besonders calibrirten Fertigwalzen erzielt werden.

Nach der Grösse des Querschnittes der Stäbe unterscheidet man:

1. Grobwalzen für Rund- und Quadrateisen von $60-180^{mm}$, ⌶-Eisen bis 100^{mm} Steghöhe, Eisenbahnschienen und Schwellen.

2. Mittelwalzen für Rund- und Quadrateisen von 25 bis 65^{mm}, Flacheisen von 40×110^{mm}, Winkeleisen von $50-100^{mm}$ Schenkel, Grubenschienen, Laschen etc.

3. Feinwalzen für Rund- und Quadrateisen von $10-25^{mm}$, Flacheisen von $12-50^{mm}$.

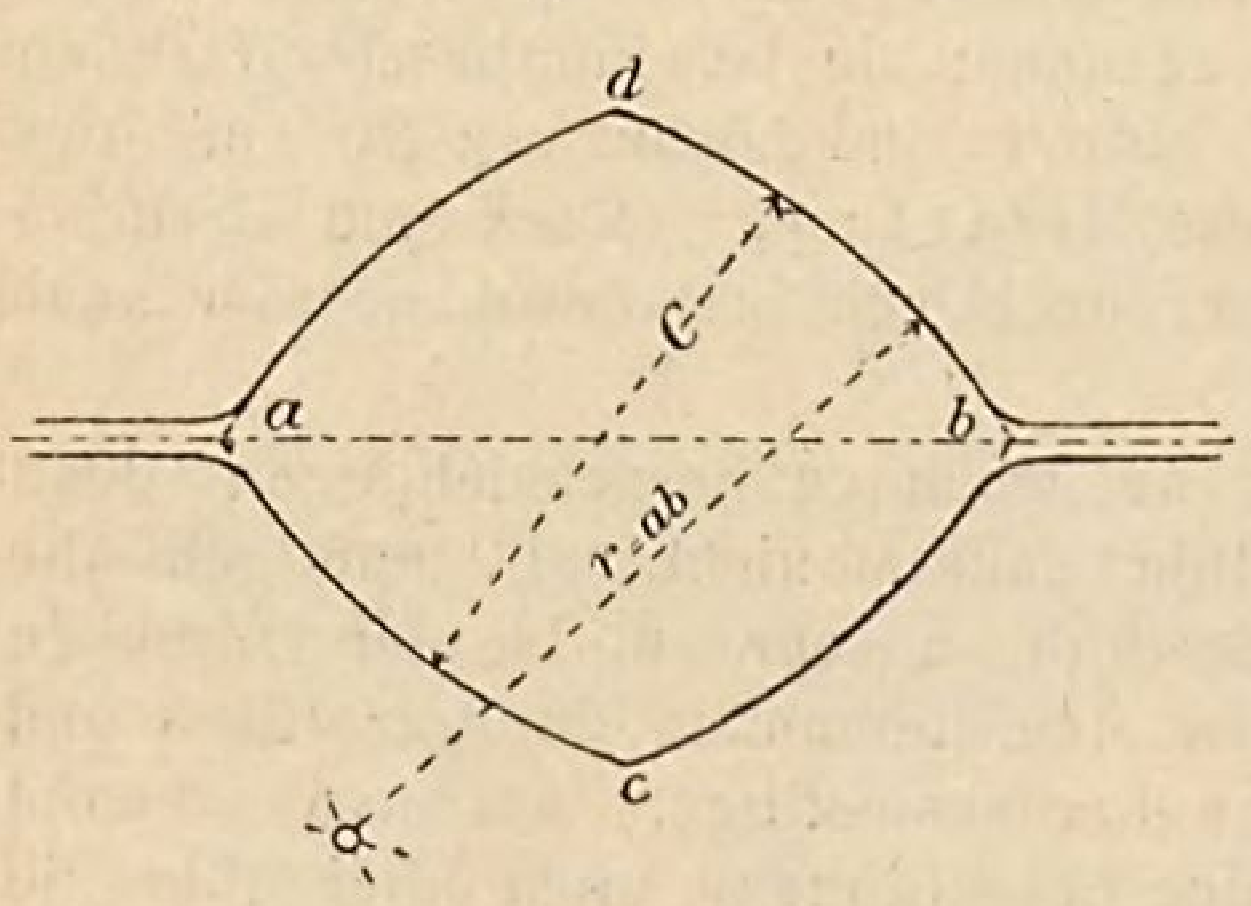
4. Draht-Walzen für kleines Rund- und Nageleisen, sowie für Draht.

Jede dieser Gruppen hat ihre passenden Vorwalzen u. zw. Gruppe 2, 3 und 4 allgemeine. (Spitzbogencaliber.)

Da es den Walzprocess wesentlich erleichtert, wenn die Stäbe recht warm zur Verarbeitung kommen, so ordnet man, um das Ueberheben der Stäbe zu vermeiden, bei den Duowalzen vielfach Rückwärtsgang durch Umsteuerung der Maschine (Reversion) an. Noch öfter verwendet man Triowalzen, d. h. 3 Walzen übereinander an. Die Luppenwalzen, die wir füglich mit zu den Vorwalzen rechnen können, sind meist Duos ohne Reversion.

Construction der Luppenwalzen. Die Luppenwalzen bezwecken das Auswalzen der Rohluppen zu Luppenstäben, aus welchen die Pakete für den Schweissprocess zusammengesetzt werden. Die Luppenstäbe sind meist 20^{mm} dick, ihre üblichen Breiten 65, 80, 100, 130^{mm}, durch deren Combination die erforderliche Breite des Schweisspaketes gebildet wird. Ausserdem werden auf den Luppenwalzen die Knüppel für die Mittel- und Feinstrassen gewalzt. Im ersteren Falle sind nur Spitzbogencaliber erforderlich (Fig. 5245 u. 5247), im letzteren gemischte Spitz- und Flachcaliber. Massgebend für die Grösse der Eingangscaliber ist die Stärke der Luppen, die der Luppenhammer auf 130 bis 150^{mm} vorschmiedet; hiernach beträgt die Höhe des ersten Calibers etwa 150^{mm}. Die geometrische Form der Spitzbogen-Caliber zeigt Fig. 5245; hierbei ist

Fig. 5245.



Spitzbogen-Caliber.

$cd : ab = 10 : 12$, die Bögen ac, cb, bd, da mit ab als Radius. Die Breite $a_1 b_1$ des folgenden Calibers ist $cd + 3^{mm}$. Der Stab wird bei jedem folgenden Durchgange um 90^0 gedreht und ist der Breitung durch die 3^{mm} hinreichend genügt. Die Ecken bei a, b, c, d werden etwas gerundet.

Geht man vom Spitz- zum Flachcaliber über, so lässt man das letzte Spitz-Caliber zweimal passiren (mit 90° Wendung), das folgende Flachcaliber hat als Breite $C + 6^{mm}$, die Breitung der Flachcaliber betrage $2-3^{mm}$. Für den Druck dienen folgende Beispiele als Anhalt:

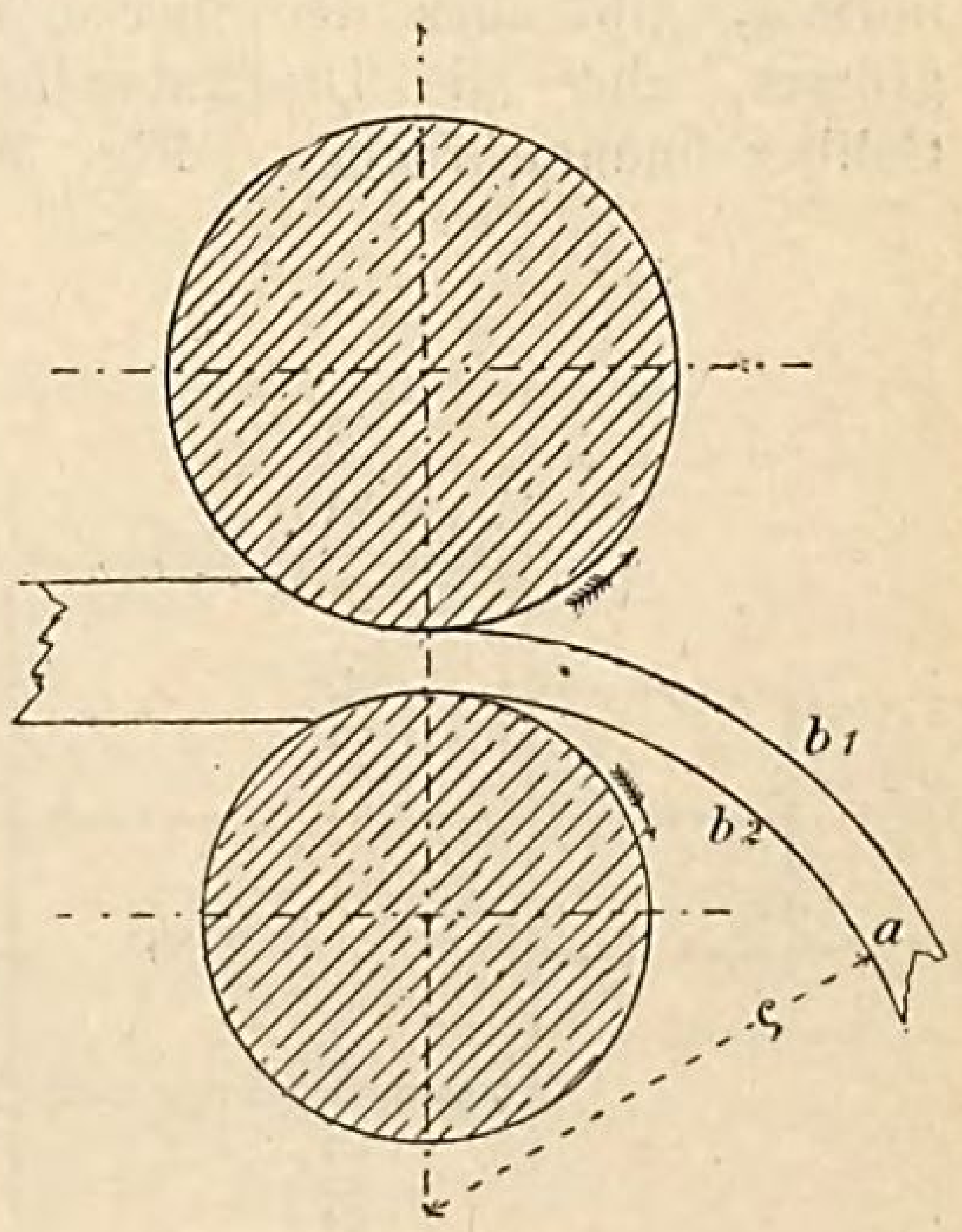
1. Höhen	88^{mm}		66^{mm}		42^{mm}		30^{mm}		20^{mm}	
Drucke		22		24		12		10		
2. Höhen	85		60		40		26		20	
Drucke		25		20		14		6		
3. Höhen	68		48		32		24		18	
Drucke		20		16		8		6		

Ueblich ist:

Spiel der Walzen	6^{mm}
Ballenlänge	1500 „
Durchmesser	500 „
Oberdruck	12 „
des Laufes Durchmesser	330 „
„ „ Länge	300 „
des Kreuzzapfens Durchm. {	180 „
und {	300 „
„ „ Länge	180 „
Radius der Aussparung	100 „
Anzahl der Umdrehungen	30—45 pro Minute

Rückt man die Walzen auseinander, so bleibt die Breite der Caliber dieselbe, die Höhe ändert sich, also auch das Verhältniss von Höhe zu Breite; was in manchen Fällen erwünscht ist, z. B. beim Auswalzen der Stahlluppen. Diese Aushilfe benutzt man auch bei den allgemeinen Vorwalzen und bei Flacheisenwalzen. Bei vielen anderen Walzen ist dies unthunlich, da die Endform nur nach einer Richtung würde verändert werden.

Fig. 5246.



Es sei hier auf die Bedeutung des Oberdruckes hingewiesen. Da die Oberwalze grösser ist als die Unterwalze, so ist, wegen der gleichen Winkelgeschwindigkeit beider, die Peripheriegeschwindigkeit der ersteren grösser. Der Walzstab wird an der oberen Fläche stetig eine grössere Geschwindigkeit annehmen als an der unteren, sich mithin nach einem Kreisbogen krümmen. Der obere Bogen sei b_1, der untere b_2, ihr Abstand a. Dann ist $\frac{\varrho}{a + \varrho} = \frac{b_2}{b_1}$, also

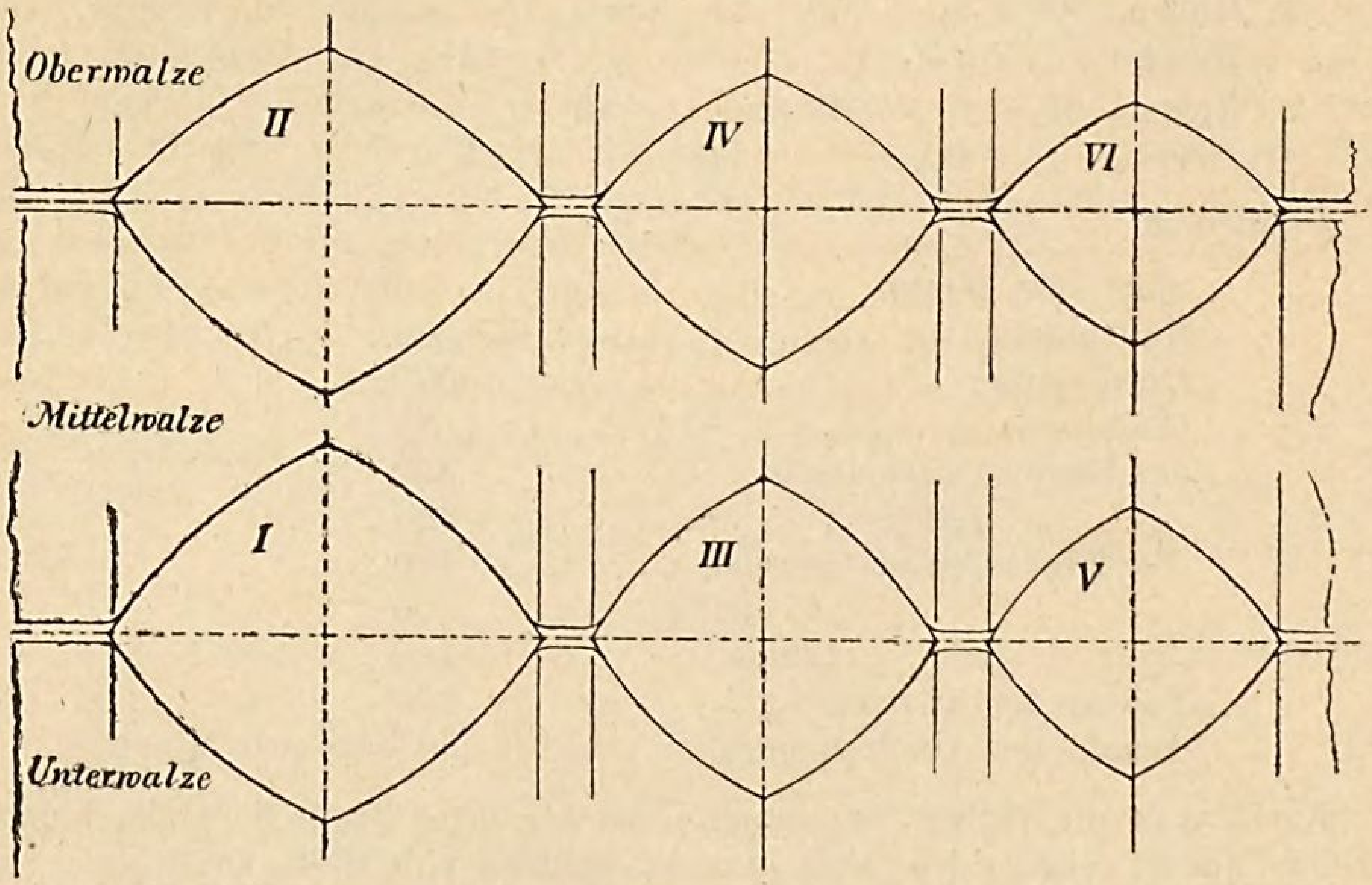
$$\varrho = \frac{a\, b_2}{b_1 - b_2}.$$

In Folge dieser Einrichtung hat der Stab die Tendenz nach unten zu gehen, wo er von der Führung aufgenommen wird, und vom Arbeiter mit Sicherheit erfasst werden kann. Bei unrichtiger Wahl des Oberdruckes, wie es bei Façoneisen wohl vorkommt, wird das Walzen durch das unregelmässige Austreten des Stabes sehr erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht.

Construction der allgemeinen Vorwalzen. Die Form der Caliber ist rechteckig, spitzbogenförmig oder oval, d. h. aus zwei Kreisbogen gebildet.

Die Spitzbogencaliber werden ähnlich wie bei der Luppenwalze construirt (Fig. 5245), jedoch ist meistens $cd : ab = 10 : 11$ und der Krümmungsradius $= ab$ bis $1\frac{1}{2}\,ab$. Für grosse Caliber ist die Breitung 3—4^{mm}, für mittlere 2—3^{mm}, für kleine 1—1½^{mm}. Die Grösse des ersten Calibers wird durch die Grösse der

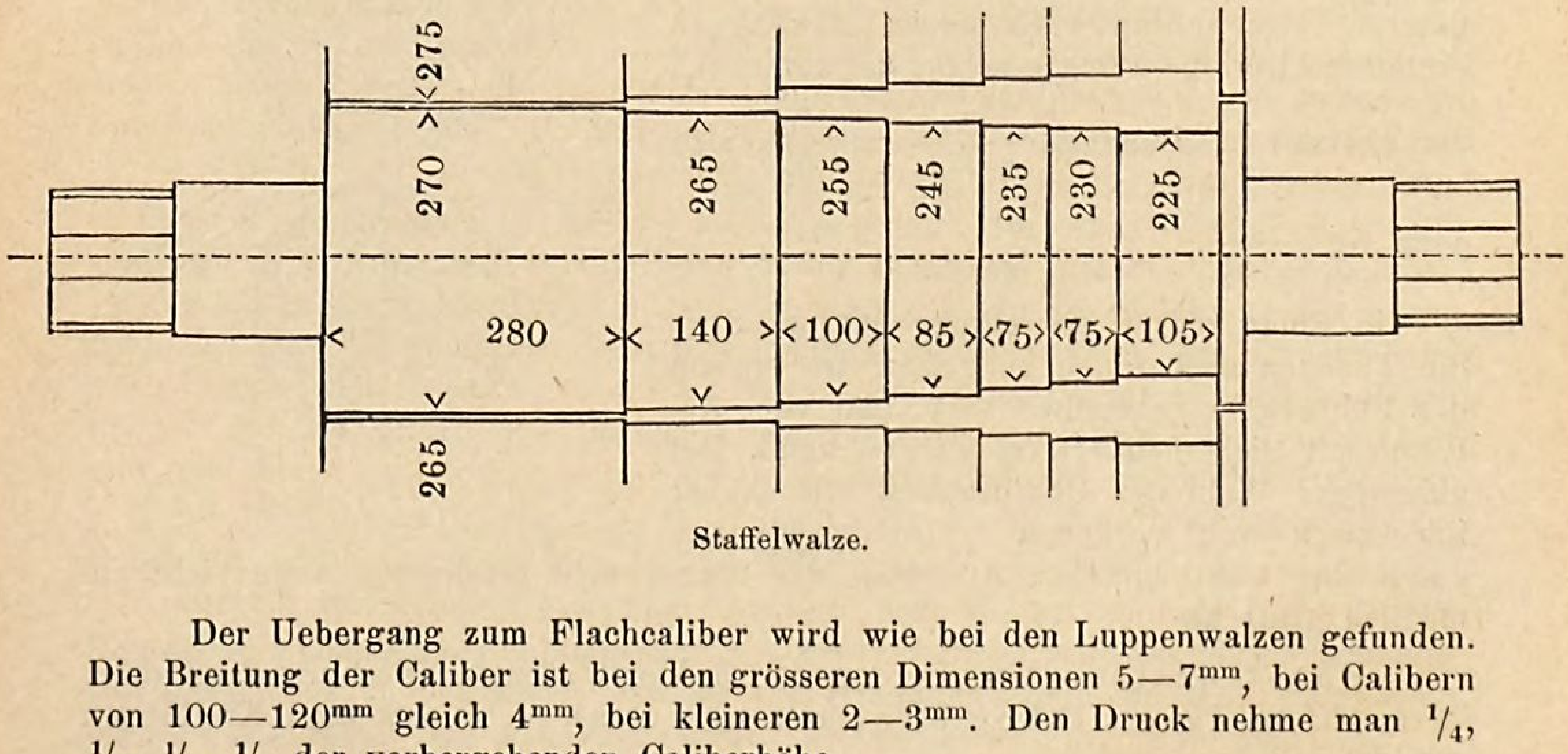
Fig. 5247.



Spitzbogencaliber in Triowalzen.

zu verwalzenden Pakete bestimmt. Man legt diese Grösse zu Grunde und bringt nach dem ersten möglichst viele abnehmende Caliber an. Um auch bei den Triowalzen keine Caliber doppelt zu haben, construirt man die beiden Unterwalzen normal, gibt aber der oberen Walze flachere Bögen. Die Breitung ist alsdann grösser, aber die Druckabnahme günstig und der Fortschritt von Caliber zu Caliber ununterbrochen. Fig. 5247.

Fig. 5248.



Staffelwalze.

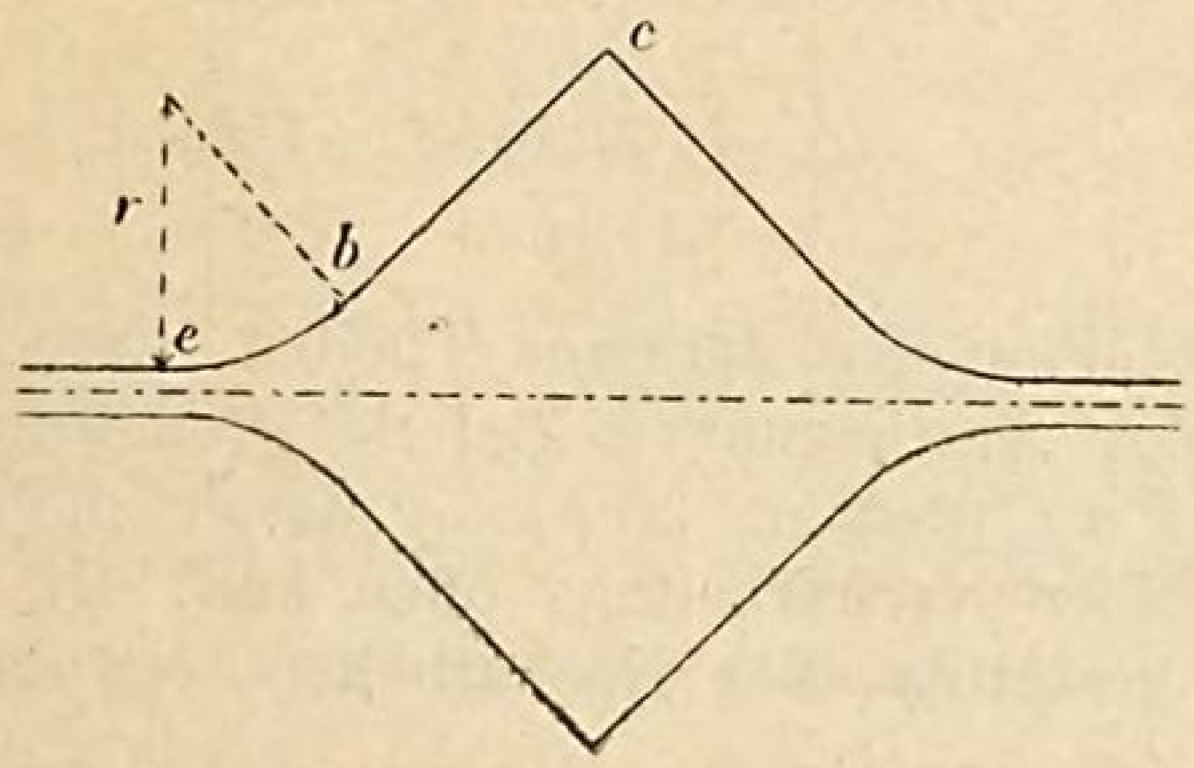
Der Uebergang zum Flachcaliber wird wie bei den Luppenwalzen gefunden. Die Breitung der Caliber ist bei den grösseren Dimensionen 5—7^{mm}, bei Calibern von 100—120^{mm} gleich 4^{mm}, bei kleineren 2—3^{mm}. Den Druck nehme man $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$ der vorhergehenden Caliberhöhe.

Die Ovalcaliber können mit Hilfe eines Quadrates construirt werden, wenn man von den gegenüberliegenden Ecken mit der Quadratseite Bögen beschreibt. Sie dienen meistens als Vorwalzen für Rundeisen.

Construction der Fertigwalzen. Flacheisen wird nach gewissen im Handel vereinbarten Abstufungen angefertigt. Die Breitung ist für grosses Flacheisen 3 bis $^1/_2{}^{\mathrm{mm}}$, für mittleres 2 bis $^1/_2{}^{\mathrm{mm}}$, für schmales $1\,^1/_2$ bis $^1/_2{}^{\mathrm{mm}}$. In den letzten Calibern, welche als Fertigspur angesehen werden, lässt man die Breitung fort, um das genaue Mass der Breite zu erhalten. Der Druck kann $^1/_5$ bis $^1/_4$ der vorhergehenden Höhe betragen. In der Mitte der Walze pflegt man einen Polirring anzubringen, welchen die Flacheisen zuletzt passiren, um recht glatt zu werden.

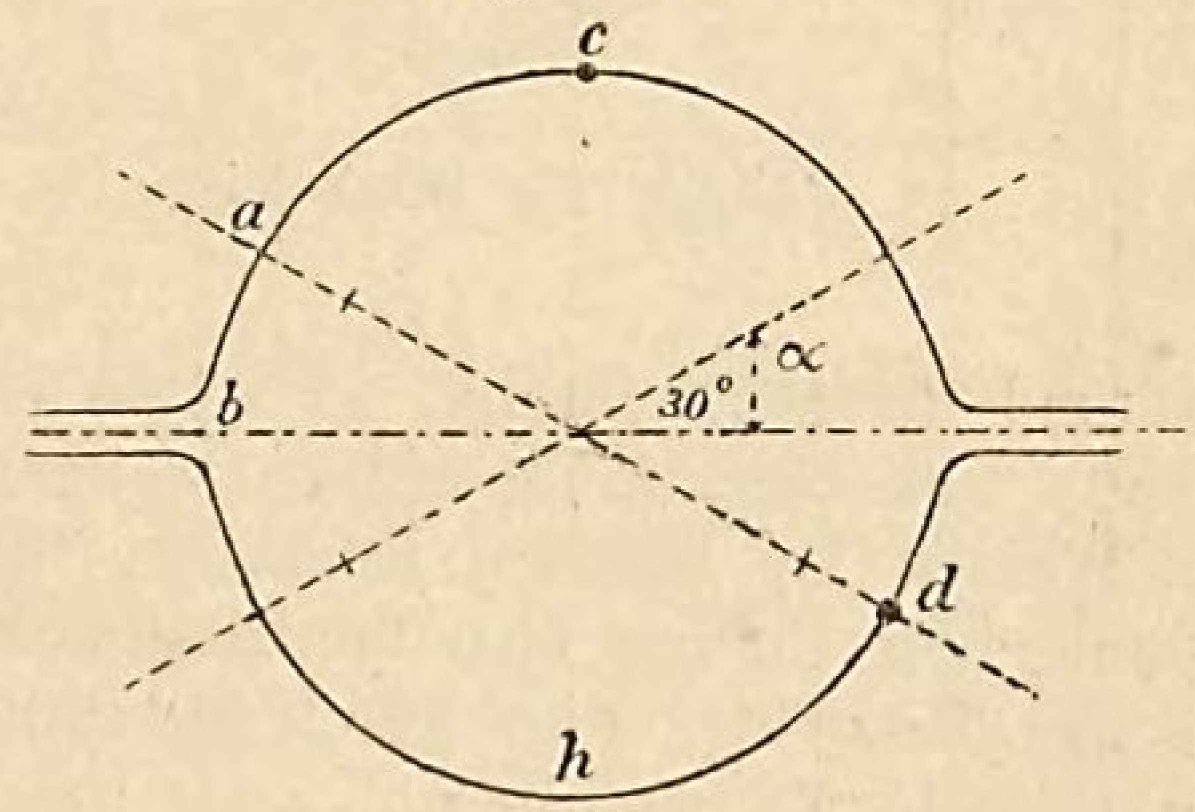
Das Flacheisen wird auch auf Staffelwalzen, sowie auf Universalwalzen angefertigt. Letztere werden besonders besprochen. Die Staffelwalzen haben die in Figur 5248 dargestellte Einrichtung, und werden von den Stäben bald flach, bald hochkantig passirt, wobei denselben eine gute Führung gegeben werden muss, damit sie nicht umschlagen.

Fig. 5249.



Quadrat-Caliber.

Fig. 5250.



Rund-Caliber.

Die Quadrateisen calibrirt man nach nebenstehender Figur 5249; man macht $c\,b = {}^2/_3$ der Quadratseite und rundet den Bogen $b\,e$ mit einem Radius von $^1/_2$ bis $^2/_3$ der Quadratseite ab. Der Stab passirt vom Caliber der Vorwalze aus das Vorfertigcaliber, dann das Fertigcaliber mehrmals, damit seine Form genau quadratisch wird.

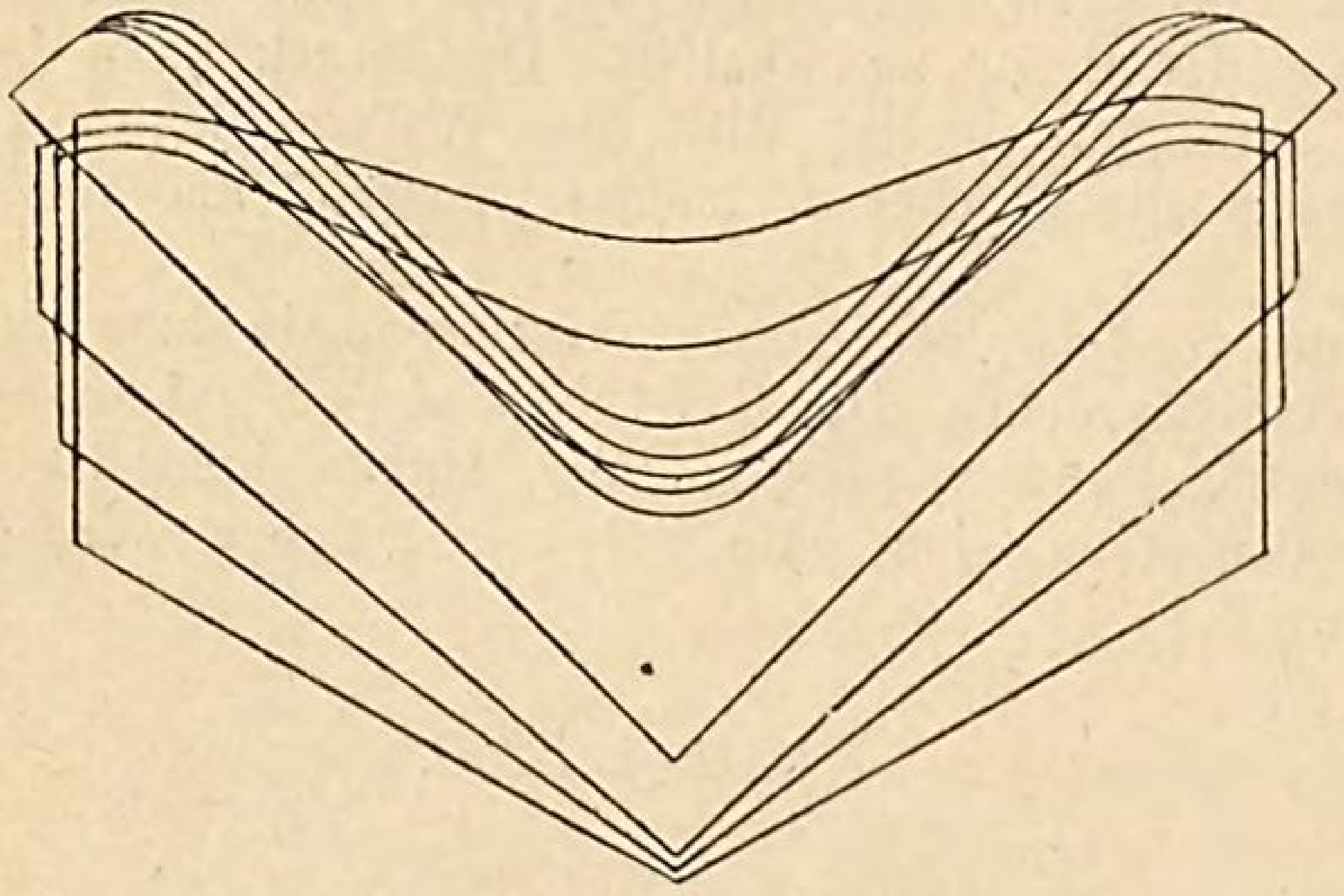
Für das Rundeisen kann man folgende Construction anwenden. Es sei ch Durchmesser des Calibers, $\alpha = 30^0$, $a\,b$ ist ein Kreisbogen mit $c\,d$ als Radius, die Kanten bei b werden etwas gebrochen. Kleineres Rundeisen wird mit einem Durchgange durch die Fertigwalze vollendet, während zur Erzielung genauer Rundeisen grösserer Sorte ein dreimaliger Durchgang erforderlich ist.

Das Winkeleisen ist wegen seiner zahllosen Verwendung besonders wichtig. Die Herstellung geschieht meist auf Caliberwalzen nach 2 Typen, für gleiche oder ungleiche Schenkel. Letztere bieten erheblich grössere Schwierigkeiten wegen ihrer unsymmetrischen Lage. Die nebenstehenden Figuren erläutern die Darstellungsmethode. Auf den letzten Calibern finden sich verschiedene Stärken in der Walze vorgesehen. Etwa zwischenliegende Dimensionen werden durch Nachstellen der Ständerschrauben erzielt. Diese Operation nennt man das Verspringen. Fig. 5251.

Walzen für ⊤-Eisen. Diese Walzen müssen sehr sorgfältig behandelt und construirt werden. Das Walzen geschieht aus der ⊤- oder der Y-Form. Besonders zu bemerken ist bei diesen Walzen die Operation des Stauchens, sowohl des Steges als auch der Flügel. Wie sich aus den Zeichnungen der Caliber Fig. 5252 ergibt, wird abwechselnd entweder vorzugsweise die Steg- oder die Flügelhälfte entwickeln. Letzteres geschieht vorzugsweise durch Breitung, womit

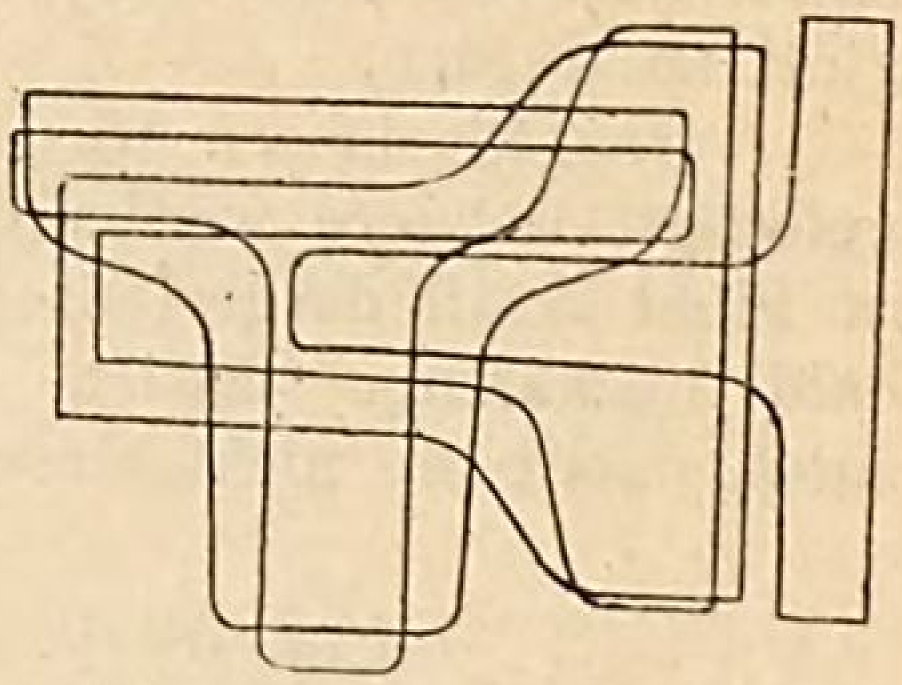
indess immer Streckung verbunden ist. Damit nun bei der Entwicklung der Flügel nicht etwa ein Losreissen derselben vom Stege erfolgt, muss dieser auch gestreckt werden. Damit er sich aber willig aus der Unterwalze löst, muss die Form in derselben konisch sein u. z. im Mittel nicht unter 3 auf 100. Beachtet man diesen

Fig. 5251.



Caliber für Winkeleisen.

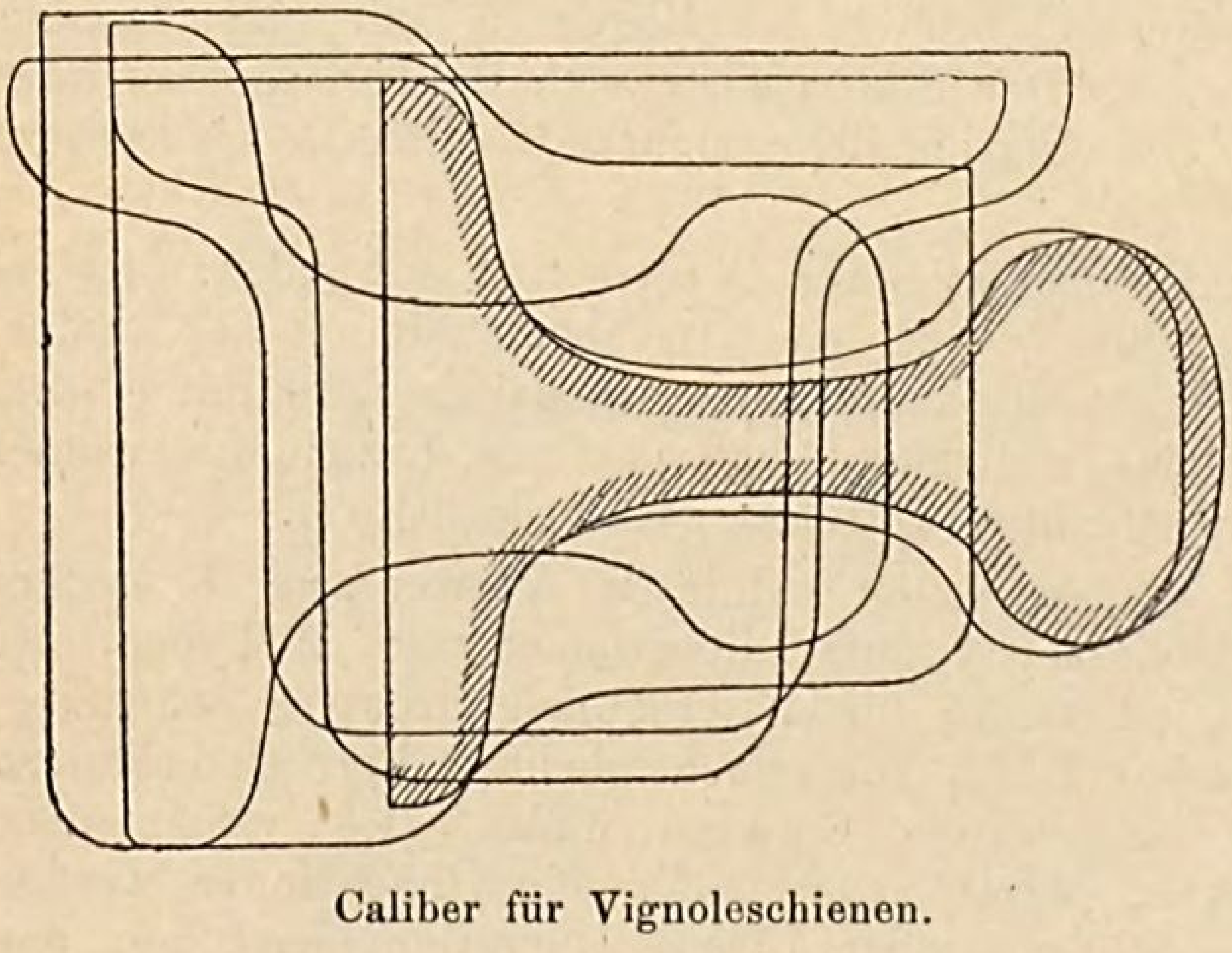
Fig. 5252.



Caliber für T-Eisen.

Umstand nicht gebührend, so treten entweder an den äusseren Theilen Risse auf, oder es entstehen in denselben wellenförmige Ausbiegungen. Bei der Construction der Walzen ist insofern Rücksicht hierauf zu nehmen, als man durch die Anordnung der Caliber sich die Möglichkeit einer Nacharbeitung offen hält. Die gegebenen Beispiele, Fig. 5252 und 5253, gestatten dies Nacharbeiten sowohl an den Flügeln als am Steg.

Fig. 5253.



Caliber für Vignoleschienen.

Fig. 5254.

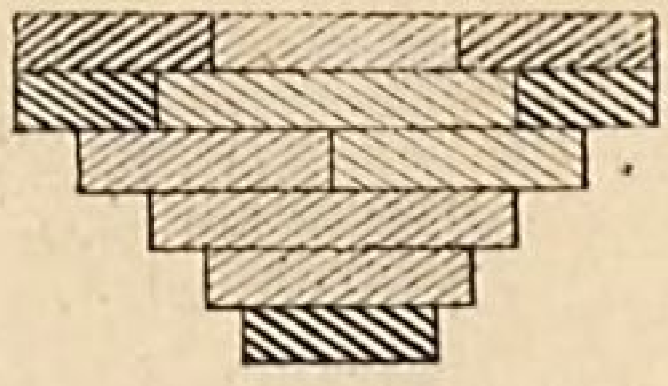
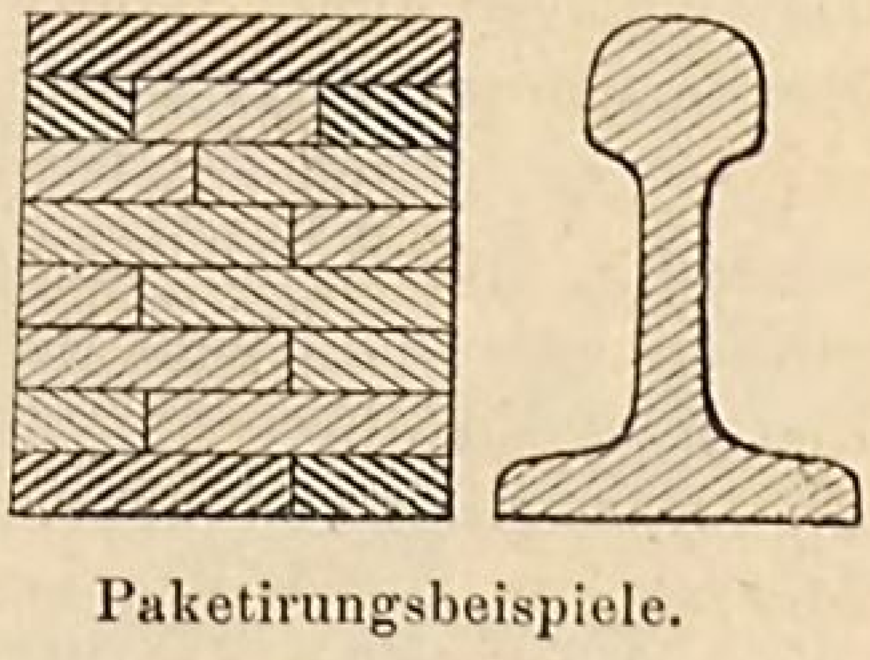


Fig. 5255.

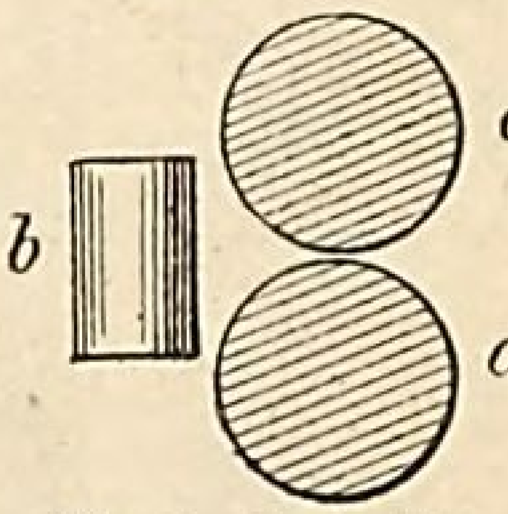


Paketirungsbeispiele.

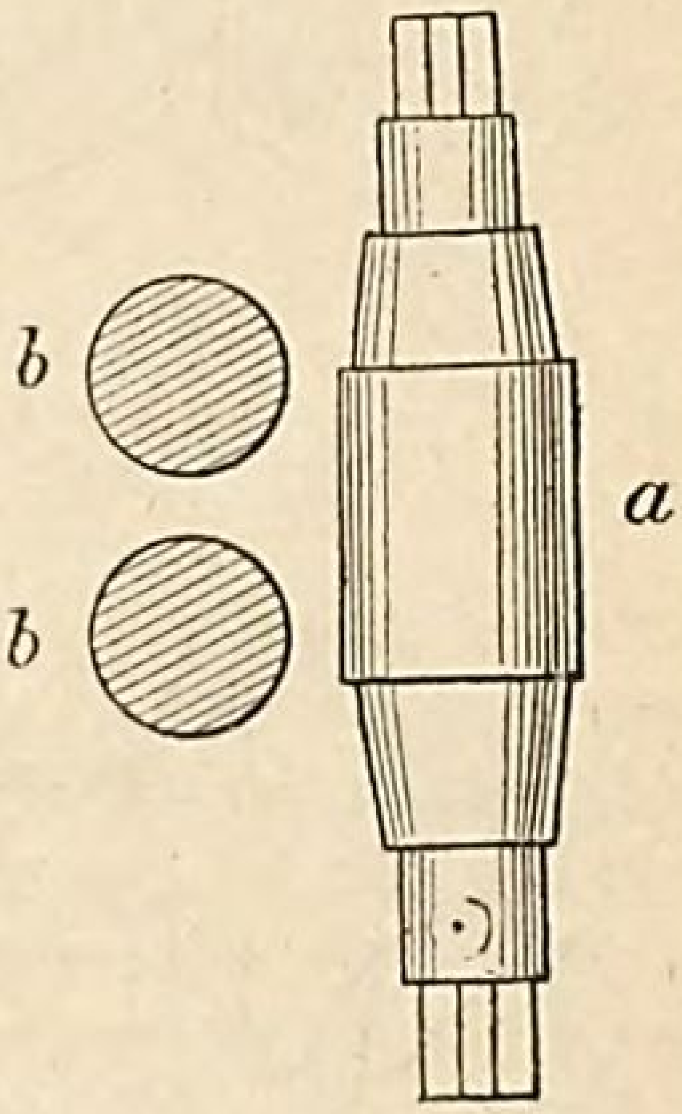
Das Walzen der T-Eisen aus der Y-Form gewährt einige Vortheile, da man grössere Breitung geben kann. Die Endcaliber haben den Winkel der Flügel zu beseitigen. Grössere T-Eisen werden ihrer Form entsprechend paketirt, so dass der Querschnitt die Form eines Parallelträpezes hat und die vorwiegend exponirten Theile, aus welchen die Enden der Flügel und des Stiftes gebildet werden, aus sehnigem Eisen bestehen. Fig. 5254.

Die Grubenschienen werden ähnlich den ⊤-Eisen gewalzt, auch finden die Stauchcaliber ähnliche Verwendung, nur ist zu beachten, dass die Köpfe nicht ihre Stauchcaliber füllen, sondern nur Platz in demselben finden sollen. Damit die Form möglichst genau wird, enthalten die Grubenschienenwalzen thunlichst zwei Fertigcaliber von gleichen Dimensionen.

Fig. 5256.



Verticalschnitt.



Grundriss-Skizze zum Universal-Walzwerk.

Die Herstellung der I und ⊏-Eisen hat wegen ihrer ausgedehnten Verwendung für Bauzwecke einen grossen Aufschwung genommen. Die grösseren Façons werden vielfach schon beim Paketiren vorgebildet, ebenso wie man beim Paketiren der Eisenbahnschienen auf die Form und Qualität Rücksicht nahm. Vor Einführung des Bessemerstahles wurden für den Kopf Feinkornluppen *a*, Fig. 5255, für den Fuss abgeschweisste Stücke *b* und für den Steg Luppenschienen *c* genommen, deren Anordnung von den betreffenden Eisenbahnverwaltungen bis ins Kleinste vorgeschrieben wurde. Der Bessemerstahl hat solche Vorschriften glücklicherweise beseitigt.

Die vorstehenden grösseren Eisensorten werden meist mit Reversion, auf Trios oder auf Doppelwalzen hergestellt. Wenngleich die Anordnung der Caliber im Grossen und Ganzen dieselbe bleibt, so gewährt doch die rascheste Fabricationsweise, am meisten Garantie gegen Ausschuss und verdient dieserhalb den Vorzug. Welches der erwähnten Systeme des Vor- und Rückwärtswalzens den Vorzug verdient, ist unter den Walzwerksingenieuren noch eine unerledigte Frage.

Universalwalzwerk. Eine der fruchtbarsten Neuerungen in der Calibrirung verdanken wir dem früheren Oberingenieur der Hermanshütte in Hoerde, R. Daelen, der sich, wie im Allgemeinen um das Hüttenfach, so speciell durch die Einführung des Universalwalzwerk äusserst verdient gemacht hat. Die Universalwalze besteht aus zwei horizontalen, grösseren und zwei verticalen kleineren Walzen nach nebenstehender Anordnung, welche sämmtlich verstellbar sind. Fig. 5256. Ursprünglich dienten die Universalwalzen lediglich zur Darstellung des Flacheisens. Für den Druck wurden die horizontalen Walzen *a a* angestellt,

Fig. 5257.

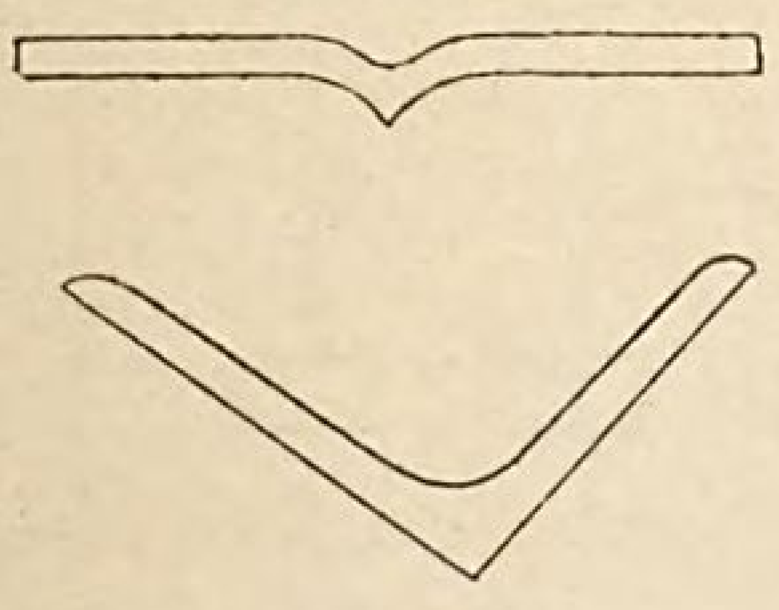
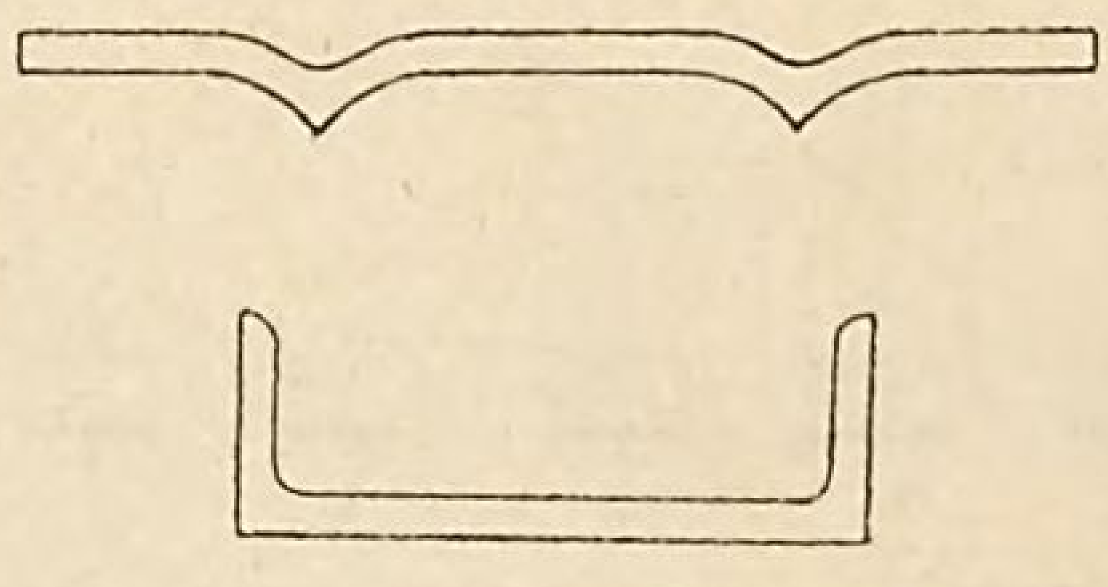


Fig. 5258.



und für die Breitung die verticalen Walzen *b b* auseinander gerückt. Später walzte Daelen auf diesen Universalwalzen auch Winkel- und ⊏-Eisen. Die Form wurde nach den Figuren 5257 und 5258 ausgebildet und schliesslich auf einer nebenanliegenden Fertigwalze zurechtgebogen. Auch I-Eisen wird auf besonderen Universalwalzen vorgewalzt. Es ist ersichtlich, dass das Walzen durch die Umgehung der verschiedenen Caliberformen eine bedeutende Vereinfachung erfährt.

Es hat auch nicht an Versuchen gefehlt, andere Façons in ähnlicher Weise herzustellen, so z. B. das ⊤-Eisen, durch ein System von 3 Walzen, welche sämmtlich gleichzeitig nachgestellt werden. Nach diesem Systeme werden auch andere Eisen, wie z. B. Rundeisen mit Erfolg hergestellt. Fig. 5259. Für die kleineren Façoneisen als Sprosseneisen werden meistens kleinere Walzen benutzt, die mit etwa 180 Umdrehungen pro Minute arbeiten. In den nachstehenden Skizzen, Fig. 5260, sind einige Typen derselben gegeben.

Fig. 5259.

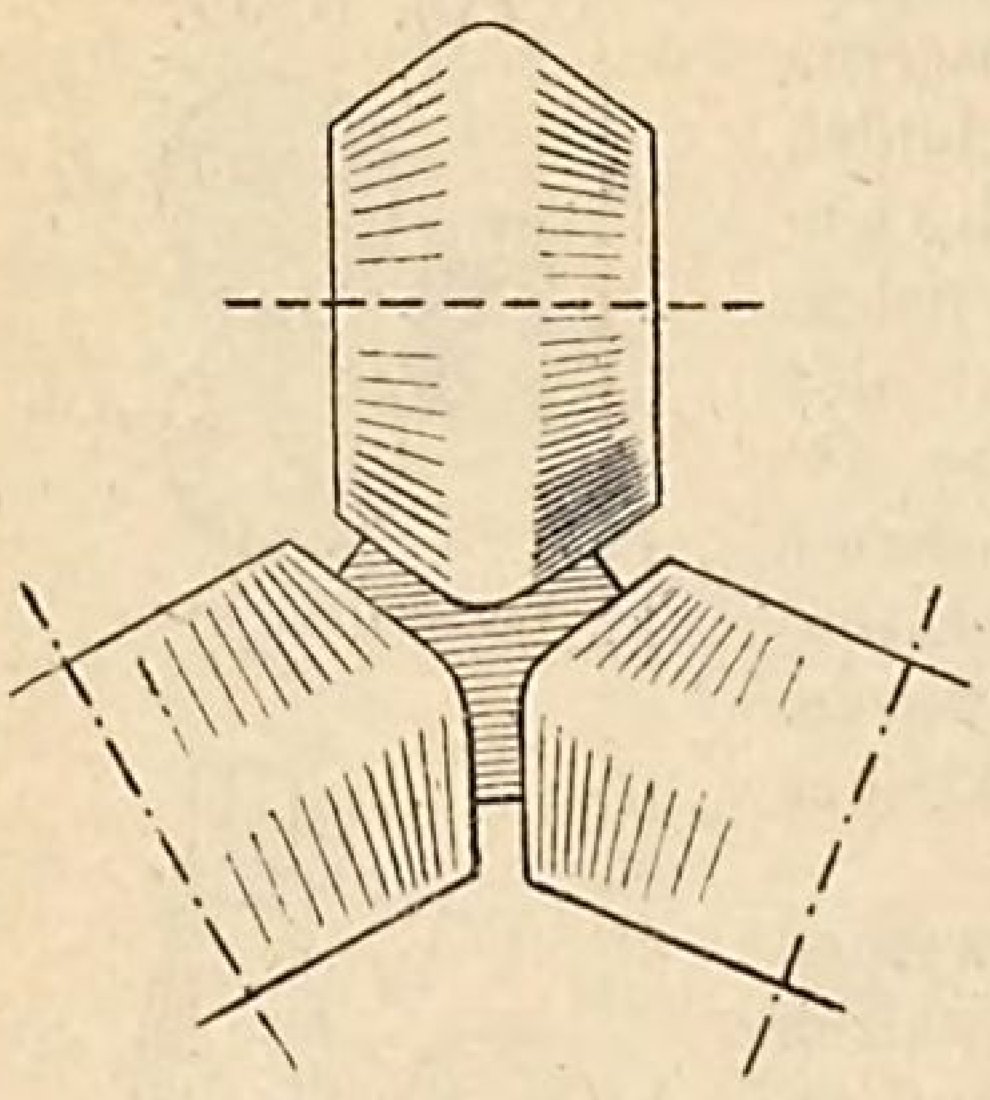
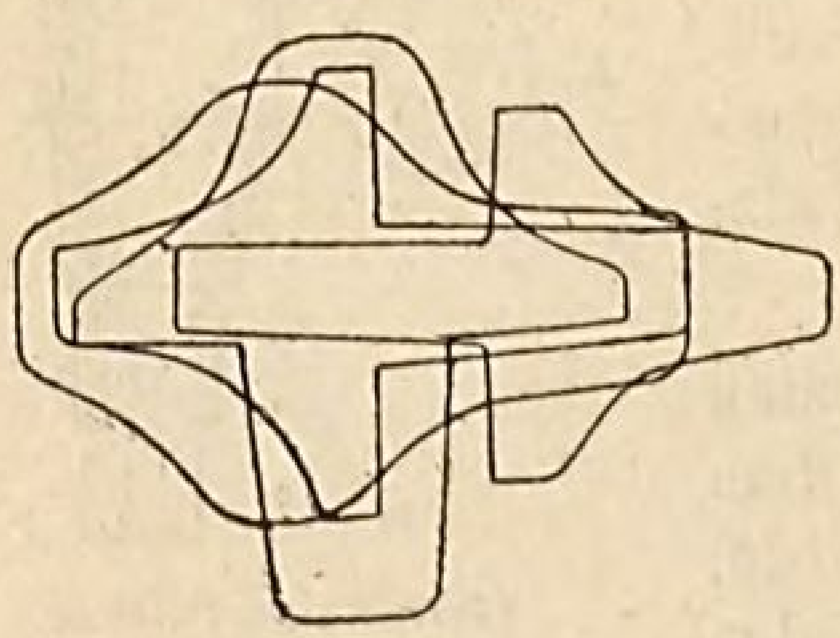


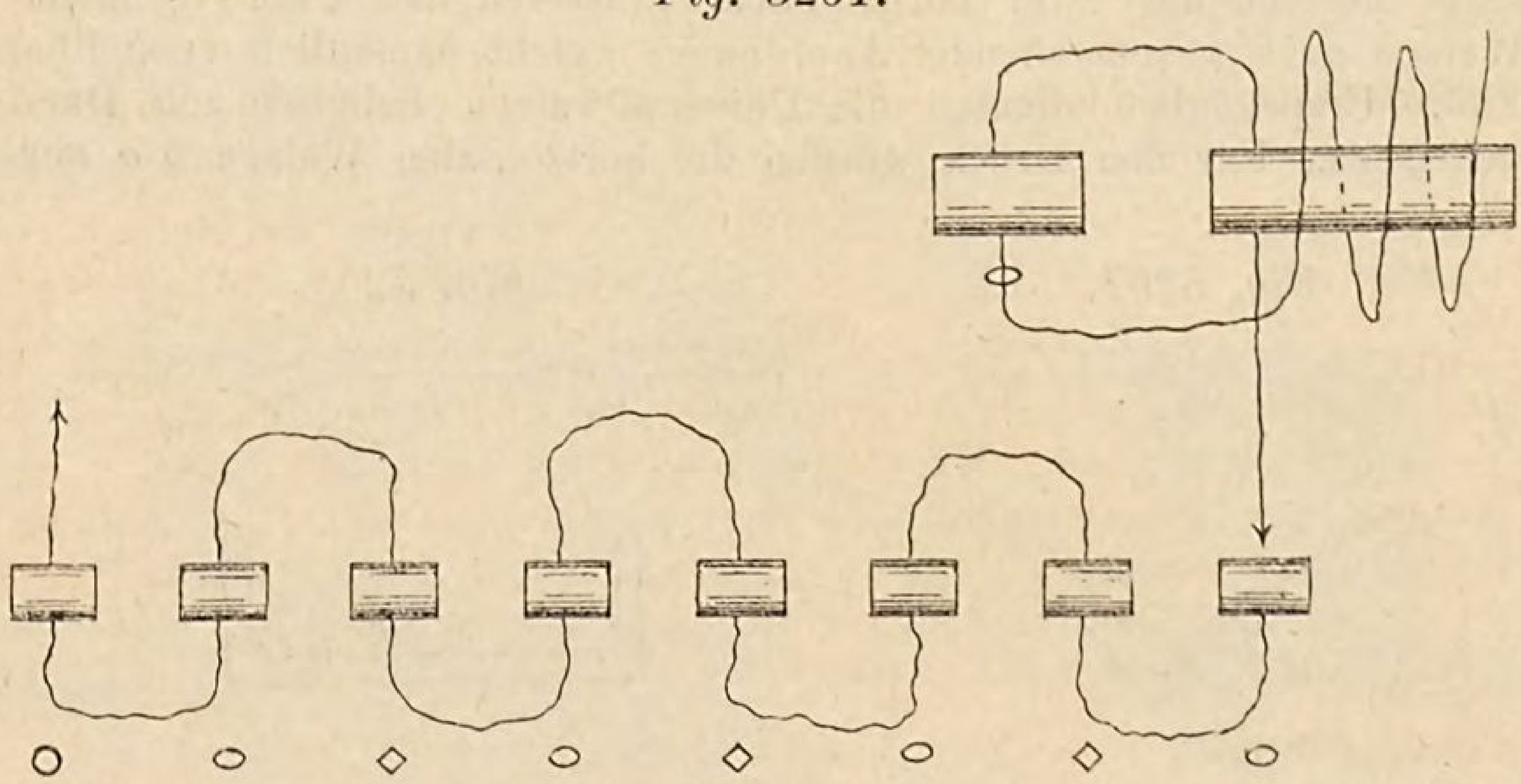
Fig. 5260.



Die Drahtwalzen müssen wegen ihrer grossen Geschwindigkeit mit besonderer Sorgfalt behandelt werden. Sie haben meistens 1—2 Vorwalzgerüste und eine Fertigwalzenstrasse mit 7—8 Gerüsten. Je nach der Schwere der Drahtringe sind die auszuwalzenden Knüppel 50 bis 70^{mm} stark. Die untenstehende Fig. 5261 zeigt die schematische Anordnung und Walzung nach neuerer Einrichtung. Die Caliber sind abwechselnd Spitz- und Ovalspuren, sog. Streckovale, deren Breite meistens gleich der dreifachen Höhe genommen wird. Für viele Verwendungen wird der Draht fertig ausgewalzt; kleinere Dimensionen werden auf den Drahtzugwerken hergestellt. Ueber die gebräuchlichen Grössen gibt der Ingenieurkalender von Fehland zuverlässige Auskunft.

Um eine Genauigkeit in den Massen des fertigen Querschnittes zu erzielen, ist es nöthig, auf das Schwindemass Rücksicht zu nehmen. Gewöhnlich ist ein Hundertstel passend, um welche Grösse das Fertigcaliber grösser eingedreht werden muss. (Vgl. II pag. 649.)

Fig. 5261.



Drahtwalzenstrasse.

Kleine Fehler in der Calibrirung können mitunter durch die Leitungen für den Ein- und Austritt der Stäbe gemildert werden. Grössere Fehler machen ein Nachdrehen im Walzenständer oder auf der Walzendrehbank erforderlich.

Literatur: P. v. Tunner, Ueber die Walzencalibrirung für die Eisenfabrication. Leipzig, Arthur Felix, 1867. — Daelen, Hollenberg, Dick-

mann, Die Calibrirung der Eisenwalzen. Drei gekrönte Preisschriften, eingereicht dem Verein zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen mit 33 lith. Tafeln und 108 Abb. 1874. — H. Fehland, Ingenieurkalender für Maschinen- und Hütteningenieure. Abschnitt Hüttenwerke. — E. Blass, Zur Theorie des Walzprocesses, „Stahl und Eisen“, Zeitschrift des Vereines deutscher Eisenhüttenleute, 2. Jahr., Heft 7. — Eugène Choteau, Laminage du fer et de l'acier. Tracé raisonné des cannelures de cylindres de Laminoirs. — F. Neveu u. L. Henry, Traité pratique du laminage du fer. Paris 1881. *Hg.*

Walzendruck, s. Buchdruck II pag. 152, s. Tapetenfabrication VIII pag. 765, s. Zeugdruckerei.

Walzenglas, s. b. Glas IV pag. 29.

Walzenlager, s. Brücken II pag. 99.

Walzenmasse, s. b. Leim V pag. 372.

Walzenmaschine, Trommelmaschine, ist eine Maschine zum Weben einfacher Muster, s. Weberei.

Walzenmühlen, s. Pulverisiren VII pag. 96.

Walzenpantographen, s. Pantographen VI pag. 480.

Walzenprägwerk, Taschenwerk, s. Münze VI pag. 192.

Walzenpresse, s. Papierfabrication VI pag. 495.

Walzenstrasse, Walzenstrecke, s. Eisenerzeugung III pag. 50.

Walzkalander (*calandre, cylindre — calender*), Kalander, Glander, Walzenmange oder Cylindermange, s. I pag. 172.

Walzwerk (*laminoir — rolling mill*), s. Walze.

Wand (*paroi — partition*). Man bezeichnet damit sowohl die äussere Fläche einer Mauer, also auch den ganzen Theil, welcher zwei Räume trennt. Man unterscheidet die Wand in letzterem Sinne nach dem Material (Mauer, Riegelwand, Blockwand, Bretterwand etc.) und nach der Bestimmung (Umfassungswände, Scheidewände etc.) entsprechend dem in Art. Mauer angegebenen Benennungen. *Grohm.*

Wandbalken, der Deckenbalken, welcher an eine Mauer zu liegen kommt. S. Decke II pag. 593.

Wandbekleidung, im Allgemeinen der Ueberzug der Fläche einer Wand. S. die betreffenden Artikel: Verputz, Lambris V pag. 241, Täfelwerk VIII pag. 750, Tapezierarbeit VIII 768.

Wandflechte, Name einer an Baumrinden und alten Holzwänden ziemlich häufig vorkommenden Flechte (*Parmelia parietina Ach.*), die durch die schön gelbe Färbung der Oberseite ihres Lagers (Thallus) auffällt. Sie enthält reichliche Mengen eines gelben Farbstoffs, Chrysophansäure (s. d. II pag. 359), auch Parietin genannt, und fand in früherer Zeit auch als Surrogat für Chinarinden, als fiberwidriges Mittel, Verwendung. *Gtl.*

Wandlagerstuhl, s. Lager V pag. 236.

Wandmalerei. Wandgemälde auf Mauerwerk, welches den Witterungseinflüssen ausgesetzt ist, werden entweder nach der Methode der Frescomalerei, der Stereochromie oder dem neuen, aus der Stereochromie hervorgegangenen Keim'schen Verfahren ausgeführt.

Bei der Frescomalerei (*peinture à fresque — fresco painting*) wird an frisch getünchter Wand gemalen. Man paust die Umrisse der Zeichnung auf die noch nasse Wand und stellt das Gemälde so rasch als möglich her, so lange

die Wand noch feucht ist. Man darf daher keine grössere Fläche mit Mörtel bewerfen, als man in einem oder wenigen Tagen malen kann. Die Farben dürfen durch Aetzkalk keine Veränderung erleiden; sie werden mit Kalkwasser angerieben. Man verwendet zur Freskomalerei Pulver farbiger Marmorarten, Ultramarin, Zinnober, Neapelgelb u. a. farbige Erden. Die Farben kommen erst nach Austrocknung des Grundes zur vollen Geltung. Bei der sog. florentinischen Freskomalerei wird die ganze Bildfläche auf einmal verputzt und durch Anfeuchten mit Wasser zum Malen geeignet erhalten.

Die Stereochromie bezweckt die Herstellung haltbarerer Wandgemälde durch bessere Fixirung mittelst Wasserglas. Hierbei muss der Mauergrund vollständig trocken sein. Neubauten müssen zuvor austrocknen und bei alten Mauern ist die betreffende Stelle bis auf den Stein (Ziegel) blos zu legen und sind die Fugen auszukratzen. Hierauf wird der Untergrund gegeben, welcher nach dem stereochromischen Verfahren von Schlotthauer und Fuchs zunächst aus gelöschtem Kalk, Sand und Wasser, also gewöhnlichem Kalkmörtel gebildet wird. Ist der Bewurf durch einige Tage gut getrocknet, so wird er mit Doppelwasserglas getränkt. Auf dieselbe Weise wird der Ober- oder Malgrund hergestellt, nur reibt man denselben nach dem Trocknen mit einem Sandsteine ab, um die oberflächliche Schichte kohlensauren Kalkes zu entfernen, welcher das Einsaugen der Wasserglaslösung erschwert.

Nach dem verbesserten Verfahren von A. Keim in München ist ausser der Reinheit der Materialien, dem Waschen und Sieben des Sandes, dem Absieben und Auslaugen des gelöschten Kalkes bei Benützung reinen Wassers (Regenwasser), der Anwendung scharfen, nicht blättrigen Sandes, gut nassem, in nicht dicker Schichte aufzutragendem Bewurfe, welcher nach dem Trocknen mit Sandstein abzureiben ist, Kaliwasserglaslösung zum Durchtränken des Untergrundes anzuwenden. Diese Lösung soll in bestimmter Concentration verwendet werden, damit der Untergrund noch porös bleibt und sich mit dem Malgrunde gut verbindet. Das Kaliwasserglas muss völlig frei von Schwefelverbindungen sein, welche auf die Malfarben verändernd wirken können. Der eigentliche Malgrund wird bei der Keim'schen „Mineralmalerei“ aus 4 Masstheilen Quarzsand, $3\frac{1}{2}$ M.-Th. Marmorsand, $\frac{1}{2}$ Infusorienerde und 1 M.-Th. Aetzkalk mit destillirtem Wasser angerührt, gebildet. Die Zugabe von Marmorsand ist sowohl bezüglich der Festigkeit der Schichte als des Anhaftens der Farben wesentlich. Keim tränkt den so hergestellten Malgrund zuerst mit Kieselfluorwasserstoffsäure, und später erst mit Wasserglas. Die Kieselfluorwasserstoffsäure öffnet die Poren, indem sie die oberflächliche Schichte kohlensauren Kalkes entfernt; sie erhöht die Gleichmässigkeit und Dauerhaftigkeit des Malgrundes wesentlich. Bei dem älteren stereochromischen Verfahren werden die Mineralfarben einfach mit Wasser angerührt, auf den Malgrund aufgetragen; bei Keims Mineralmethode jedoch erhalten die Farben verschiedene Zusätze als: Thonerdehydrat, Magnesiahydrat, Kieselerdehydrat, Zinkoxyd, kohlensauren Baryt, Flusspath und Glaspulver, je nach der Natur des Farbstoffes. Diese Zusätze werden bald einzeln, bald in Mischung den Farben zugesetzt u. z. in sehr feiner Vertheilung.

Die äussert feine Form der Zertheilung des Farbkörpers und des Zusatzes wirkt sowohl in Folge besseren Eindringens in die Poren des Malgrundes günstig, als sie auch leichtere Silicatbildung gestattet. Das Kaliwasserglas als Fixirungsmittel wirkt zunächst durch sein freies Alkali auf Zusätze, wie Zinkoxyd, Thonerdehydrat, Kieselerdehydrat zunächst lösend. Durch den Einfluss der Kohlensäure der Luft zersetzen sich diese Stoffe unter Ausscheidung der Hydrate, welche eine Umwandlung in Silicate erfahren, welche die reinen Farben einschliessen, wenn sie nicht selbst an der Silicatbildung theilnehmen.

Die Keim'schen Mineralfarben werden, damit sie durch die Einwirkung des Alkalis des Wasserglases nicht nachdunkeln, früher mit Kali oder Ammoniak digerirt.

Das Fixirungswasserglas wird mit Schlotthauers Staubspritze aufgetragen, es besteht aus mit Aetzkali und Aetzammoniak versetztem Kaliwasserglas; es wird heiss, nach vollkommener Austrocknung des Gemäldes und Malgrundes aufgespritzt. Um den Process, welchen die Kohlensäure der Luft nur langsam vollzieht, rasch zu erreichen, behandelt Keim nach dem Fixiren das ganze Gemälde mit kohlensaurem Ammoniak. Das Ammoniak verflüchtigt sich, die Kohlensäure gibt zur Ausscheidung gallertiger Kieselsäure Veranlassung. Sich bildendes kohlensaures Kali wird durch Abwaschen des Gemäldes entfernt.

Um das Bild möglichst rasch zu festigen, wendet Keim künstliche Trocknung mit Koaksöfen an. Die Arbeiten des Künstlers sind dieselben wie bei dem alten Verfahren, indem die Firma Keim & Recknagel in München die Farben fertig liefert. Die nach der neuen Methode hergestellten Wandmalereien sind wesentlich widerstandsfähiger als die nach dem älteren Verfahren gemachten. Von bautechnischer und künstlerischer Seite wird das Verfahren Keims und die Farbenschönheit seiner Präparate anerkannt und diese Malmethode als die vorzüglichste für monumentale Zwecke bezeichnet. S. Gutachten der k. bayer. Akademie der bildenden Künste, 1882. Vergl. Sgraffito (Kratzmalerei) VIII pag. 229. *Kk.*

Wandpfeiler s. Pilaster VI pag. 728.

Wandputz, s. Verputz.

Wandrahme, s. Riegelwandbau VII pag. 371.

Wandruthen, s. Bergbau, I pag. 399.

Wandriegel, s. Riegelwandbau VII pag. 371.

Wandrippe, s. Gewölbe, u. zw. Kreuzgewölbe — Construction mit Rippen.

Wandstärke, s. Mauerstärke V pag. 769.

Wange (*courbe rampante — carving*), s. Stiege VIII pag. 557 bei Freitreppen und Holztreppen.

Wangen (*jumeles coulisse — bed, bearers*) s. Drehen II pag. 680.

Wangendrehbank, s. Drehen II pag. 680.

Wangenstein s. Backenstein I pag. 267.

Wannenbad, s. Bad I pag. 269.

Wannenofen, s. b. Glas IV pag. 18.

Wanzeneisen, s. Röscheneisen VII pag. 409.

Warmwasserheizung, s. Heizung IV pag. 324.

Warnemetall, Silberähnliche Legirung aus 10 Thl. Zinn, 7 Thl. Nickel, 7 Thl. Wismuth und 3 Thl. Kobalt. Ist weiss, feinkörnig, ziemlich schwer schmelzbar. *Gtl.*

Warnerprocess. Verfahren der Reinigung des Roheisens von Schwefel und Silicium durch Auffliessenlassen des flüssigen Roheisens auf eine Mischung von Kalk und calcinirter Soda, die sich auf dem Boden eines schachtofen-ähnlichen Recipienten findet, in welchem man das aus dem Hohofen abfliessende Roheisen auffängt, vgl. Warner, Dingl. pol. Journ. 216 pag. 490. *Gtl.*

Warwickit, Min. Kleine klinorhombische Prismen von dunkelbrauner bis schwärzlicher Farbe, an den Spaltungsflächen zuweilen kupferroth und halbmetallischem Glanz. Ist ein Borotitanat des Magnesiums und Eisenoxyduls mit 31·5 Proc. Titansäure, 14·9 Proc. Borsäure, 43·5 Proc. Magnesia und 8·1 Proc. Eisenoxydul. *Gtl.*

Waschapparate, s. Waschen.

Waschblau, vgl. Indigo IV pag. 491, vgl. Ultramarin X pag. 24, vgl. Smalte bei Kobalt V pag. 23, s. a. Neublau.

Waschblaupapier, s. m. Indigopapier IV pag. 498.

Waschbleuel. Die in einer Wasch- oder Pantschmaschine vorkommenden hammerartigen Klopfhölzer.

Wascheisen. Das in manchen Schlacken in Körnern eingeschlossene Eisen, wird aus denselben durch Pochen und Waschen gewonnen und führt den Namen Wascheisen.

Waschen *(laver, buer, nettoyer — to wash)* wird im Allgemeinen jede Operation genannt, deren Zweck die Entfernung von Verunreinigungen aus der zu waschenden Substanz, durch Vermittlung der lösenden Wirkung des Wassers, in besonderen Fällen wohl auch anderer Lösungsmittel, ist, und nur im übertragenen Sinne gebraucht man dieselbe Benennung auch zur Bezeichnung von solchen Operationen, bei welchen die Flüssigkeit, insbesondere Wasser, lediglich die Rolle eines, die mechanische Scheidung fester Körper durch die Differenz der spec. Gewichte, vermittelnden Mediums spielt, wie dies bei den Schlämmprocessen der Fall ist. Fällt diese letztere Bedeutung des Begriffes Waschen sonach wesentlich mit dem Begriffe des Schlämmens zusammen (s. Abschlämmen I pag. 33) und beruht diese Art von Waschprocessen, strenge genommen, auf rein mechanischen Vorgängen, so ist der Waschprocess im engeren Sinne, d. i. das Waschen unter Benützung der lösenden Wirkung der Waschflüssigkeit, ein vorherrschend chemischer, bez. chemisch-mechanischer Process, bei dem entweder ein einfacher Lösungsvorgang mit oder ohne weitergehender chemischer Veränderung der durch das Waschen fortzuschaffenden Stoffe sich vollzieht, oder aber, durch den Einfluss der lösenden Wirkung der Waschflüssigkeit und die hiedurch bedingte Fortschaffung gewisser löslicher Stoffe, zugleich die Loslösung und also das Flottwerden anderer, an sich nicht löslicher und lediglich durch Vermittlung der gewissermassen als Bindemittel fungirenden löslichen Stoffe gebundener, bez. festgehaltener Theilchen veranlasst werden soll.

Die erstere Art von Waschprocessen, die auch als Auswaschen, Aussüssen, Auslaugen bezeichnet werden können, hat bereits im Artikel Auslaugen I pag. 256 eine eingehendere Besprechung gefunden und es erübriget hier nur noch auf das Allgemeine jener Waschprocesse einzugehen, welche neben der Entfernung löslicher Verunreinigungen zugleich die Fortschaffung der zum Theile durch die Gegenwart dieser festgehaltenen unlöslichen Stoffe bezwecken, wie sie bei dem Waschen von Geweben und Zeugen namentlich der Wäsche in Betracht kommen, andererseits aber auch in gleichem Masse bei dem Waschen (Scheuern) von Geräthen, Gefässen u. dgl. Anwendung finden.

Für das Waschen von Geweben und Zeugen dient allgemein Wasser mit oder ohne Zusatz von geeigneten Waschmitteln, deren Zweck vornehmlich die Erhöhung der lösenden Wirkung des Wassers auf die an der Verunreinigung zumeist Antheil habenden fettigen und fetten, sowie harzigen und eiweissartigen Stoffe ist, z. Thl. wohl auch dahin gerichtet ist, die Oberfläche der Gewebsfasern zu erweichen, und so die Loslösung aufgelagerter Schmutzstoffe auf mechanischem Wege zu begünstigen. Als solche dienen vor Allem Stoffe, die dem Wasser eine alkalische Reaction ertheilen, also Alkalihydroxyde und alkalisch reagirende Salze, dann wohl auch die Hydroxyde der alkalischen Erden, sowie endlich Seifen, welche in grösserer Menge von Wasser gelöst, sich immer in freies Alkalihydrat und ein saueres Salz der Fettsäure oder Oelsäure zerlegen, (s. Seife VIII pag. 158). Waschmittel solcher Art sind Aetzlaugen (Kali- oder Natronlauge), dann die kohlensauren Salze der Alkalien, wie Potasche oder Holzaschenlauge, dann Soda, ferner das borsaure Natron (Borax) und das neutrale kieselsaure Natron (Wasserglas), in manchen Fällen auch Kalkhydrat (Kalkmilch) und endlich Aetzammoniak (Salmiakgeist). Je nach dem Grade der Alkalität, bez. der ätzenden Wirkung des angewendeten Waschmittels wird man die Menge oder richtiger den Verdünnungsgrad zu bemessen haben, in welchem man das eine oder das andere anzuwenden hat und es kann als Regel gelten, dass das zum Waschen zu verwendende Wasser nie mehr an Alkali enthalten darf, als eben zur Hervorrufung einer schwach alkalischen Reaction erforderlich ist. Namentlich wird bei Anwendung von stark kaustischen Waschmitteln, wie Aetzkali oder Aetznatron, sowie auch Potasche eine besondere Vorsicht geboten sein und es wird die Menge von 1—3 Promille (also

100—300 Grm. pro Hektol. Wasser) nicht ohne Gefahr für die Faser der zu waschenden Gewebe überschritten werden dürfen. Bei schwächer wirkenden Alkalisalzen, wie kohlensaurem Natron (Soda), dann Wasserglas und Borax, sowie bei Seife wird man diese Grenze eher überschreiten dürfen, ohne dass hieraus ein Nachtheil für die Integrität und Festigkeit der Faser erwächst aber die Anwendung eines Ueberschusses ist auch bei solchen schon mit Rücksicht auf den hiedurch bedingten höheren Kostenaufwand zu vermeiden. Ein Quantum von 300—400 Grm. Soda, 500 Grm. Wasserglas oder Borax oder von 600—750 Grm. neutraler Seife pro Hektoliter Wasser wird in allen Fällen vollauf zureichen, um eine genügend wirksame Waschflüssigkeit zu liefern.

Da der Zweck der Anwendung solcher Flüssigkeiten zunächst die Lösung fetter, harziger oder eiweissartiger Stoffe, sowie die oberflächliche Erweichung der Gewebsfaser ist, so bedarf es von diesen nur soviel, als zureicht, um die zu waschenden Zeuge gleichmässig zu durchdringen und man wird daher zweckmässig so verfahren können, dass man die zu waschenden Zeuge, nachdem man sie vorher in reinem und kaltem Wasser eingeweicht hat, in ein Fass einlegt und sodann mit soviel von der Waschflüssigkeit übergiesst, dass sie eben davon bedeckt sind. Da die lösende Wirkung durch Wärme wesentlich begünstiget wird. so empfiehlt es sich, die Waschflüssigkeit in erhitztem Zustande auf die Zeuge zu bringen und diese eine Zeit lang (im Allgemeinen genügen 5—6 Stunden) zu mazeriren. Das häufig beliebte Kochen der Zeuge mit der alkalischen Waschflüssigkeit ist nicht zu empfehlen und erfordert, wenn es angewendet wird, unbedingt noch höhere Verdünnungsgrade der Lösung, soll nicht früher oder später, namentlich bei Anwendung von Aetzlaugen, Potasche oder Soda eine nachtheilige Veränderung der Faser und damit ein Mürbe- und Morschwerden der Gewebe sich bemerkbar machen. Ist durch die Einwirkung des alkalischen Bades die Lösung aufgelagerter Fettstoffe, harziger und eiweissartiger Substanzen bewirkt, dann gelingt es durch eine passende mechanische Behandlung die nun flott gewordenen Theilchen unlöslicher Stoffe (Staubtheilchen, Russpartikelchen etc.) im Wasser aufzuschlämmen und fortzuspülen und diesen Zweck sucht man durch das Reiben zwischen den Händen, das Bearbeiten mit Schlägeln oder die Behandlung in den verschiedenen Arten von Waschmaschinen zu erreichen, indem man gleichzeitig für das stetige Vorhandensein grösserer Mengen von Wasser sorgt, dessen öftere Erneuerung, sowohl eine gründliche Fortspülung der abgelösten und aufgeschlämmten Schmutztheilchen, als auch eine gleichzeitige Entfernung der Reste der alkalischen Flüssigkeit und der in dieser gelösten Schmutzstoffe sichert. Die völlige Entfernung der alkalischen Flüssigkeit aus den gewaschenen Zeugen ist von um so grösserer Wichtigkeit, als anderenfalls bei dem nach vollendeter Waschung folgenden Trocknen der Zeuge sich concentrirtere Lösungen der alkalischen Substanzen auf der Faser bilden würden, die unfehlbar zerstörend auf dieselben einwirken würden.

Wenn im Vorstehenden Maximalwerthe für die Quantität der anzuwendenden Waschmittel angegeben wurden, so gelten diese nur unter der Voraussetzung, dass die Alkalität des betreffenden Waschmittels voll zur Wirkung kommt. Diese Voraussetzung trifft jedoch nur für jenen Fall zu, wo zur Lösung reines, oder doch ein so weit weiches Wasser angewendet wird, das keinen nennenswerthen Gehalt an Salzen der alkalischen Erden oder schweren Metalle hat. Ist dies nicht der Fall und muss Wasser verwendet werden, das einen höheren Gehalt an Kalk- und Magnesiasalzen führt, wie dies bei sog. harten Wässern der Fall ist, so wird ein Theil des als Waschmittel angewendeten kohlensauren Alkalis, des Borax oder Wasserglases, sowie der Seife dadurch unwirksam, dass es zur Zersetzung der vorhandenen Salze alkalischer Erden verwendet wird, weshalb in solchen Fällen ein diesem Verbrauche entsprechender Mehraufwand an alkalischem Salze gemacht werden muss (vgl. Wasser bei W a s s e r s t o f f).

Ein Waschprocess von solcher Art wie oben besprochen, wird selbstverständlich nur der Fortschaffung der oberflächlich aufgelagerten Verunreinigungen und nur soweit dieselben löslich sind, auch jener, der die Masse durchdringenden fremden Stoffe dienen können. Stoffe, welche mit der Faser selbst in irgend welcher inniger Verbindung stehen, werden, soferne das alkalische Waschmittel nicht eine Zersetzung solcher Verbindungen bewirkt, durch derlei Waschprocesse nicht entfernt werden können. Dies gilt vor Allem von der Mehrzahl färbender Stoffe, welche in fester, gegen Alkalien widerstandsfähiger Form an der Faser haften und es ist darum nicht nur begreiflich, dass so gefärbte Fasern (echtfärbige Fasern und Gewebe) ohne Nachtheil für ihre Färbung einem solchen Waschprocesse unterworfen werden können, sondern auch verständlich, dass Gewebe, welche, sei es von Natur aus, sei es durch nachträgliche Veränderung ihrer Substanz oder durch Zufälligkeiten, irgend wie gefärbt erscheinen, von dieser Färbung durch einen solchen Waschprocess allein nicht befreit werden können. Es gilt dies zumal auch von den durch Alter oder durch unzweckmässiges Waschen vergilbten Zeugen, sowie von Geweben, deren Faser noch den natürlichen Farbstoff enthalten. Das Waschen solcher erfordert, wenn zugleich die Erzielung reiner Weisse beabsichtiget ist, die Anwendung von Bleichmitteln, durch deren Einwirkung eine Zerstörung der

an die Faser gebundenen färbenden Stoffe bewirkt werden kann. Für solches bleichendes Waschen werden zumeist Zusätze von Chlorkalk oder unterchlorigsaurem Natron (*eau de Javelle*) zur Waschflüssigkeit oder die unter dem Namen Bleichsoda in den Handel kommenden Präparate verwendet, die nichts weiter als Gemenge von Soda mit nnterchlorigsauren Salzen sind, deren Benützung jedoch stets nur mit besonderer Vorsicht erfolgen muss, wenn nicht eine schon nach kurzer Zeit auftretende Zerstörung des Gewebes gewärtiget werden soll. Doch hat man zu diesem Zwecke auch Waschmittel, welche weniger gefährlich sind. Hierher gehört zunächst das vielfach empfohlene Behandeln der Wäsche mit einer Mischung von Aetzammoniak (Salmiakgeist) und Terpentinöl (50 Grm. Aetzammoniak und 100 Grm. Terpentinöl), welche in eine Lösung von 500 Grm. Seife in 50 Lit. warmen Wasser eingerührt wird, worauf die zu reinigenden Zeuge möglichst rasch in dieses Gemenge eingelegt und darin durch mehrere Stunden mazerirt werden, wonach sie in reinem Wasser wiederholt ausgespült und zum Trocknen an die Luft gehängt werden. Andererseits ist hierher das Waschen mit Wasserstoffsuperoxyd zu zählen, das neuester Zeit als bleichendes Waschmittel mehrfach empfohlen worden ist. Wo die Sonnen-, bez. Rasenbleiche angewendet werden kann, wird diese das weitaus empfehlenswertheste Mittel sein, den gereinigten Zeugen einen entsprechenden Grad von Weisse zu verleihen (vgl. a. Bleichen I pag. 622). Auch den Zusatz von etwas Terpentinöl in Alkohol gelöst, zu dem Spülwasser, hat man als Bleichmittel für Hauswäsche empfohlen, das in Folge der ozonificirenden Wirkung des Terpentinöls immerhin einige Wirksamkeit hat.

Waschprocesse, bei welchen Alkalien, bez. alkalische Waschflüssigkeiten in Anwendung kommen, werden natürlich nur für die Reinigung solcher Gewebe verwendet werden können, welche wie Leinen- oder Baumwollzeuge und ähnliche Fasergewebe die Einwirkung von Alkalien ohne Veränderung vertragen und falls sie gefärbt sind, solche Farben zeigen, die durch Alkalien nicht alterirt werden, überhaupt waschecht sind. Wo dies nicht der Fall ist, oder die Gewebsfaser, wie gewisse gefärbte Zeuge die Einwirkung von alkalischen Flüssigkeiten nicht oder nicht ohne Veränderung vertragen, werden Waschmittel der besprochenen Art nicht benützt werden können und man wird sich in solchen Fällen entweder auf die Anwendung schwacher Seifenbäder beschränken oder andere indifferente Waschmittel benützen müssen. Von solchen sind die beliebtesten die Seifenwurzel (s. d. VIII pag. 191) und die Panamarinde oder Quillayarinde (s. d. VI pag. 474), welche wegen ihres Gehaltes an Saponin oder Senegin Abkochungen liefern, die die Fähigkeit besitzen, gleich einer Seifenlösung zu schäumen und in dem gebildeten Schaume ein für die Suspension der mechanisch abgelösten Schmutztheilchen geeignetes Medium zu bieten. In Fällen, wo auch solche Mittel nicht anwendbar sind, wird man zur chemischen Wäsche (s. d. X pag. 197) seine Zuflucht nehmen müssen.

Gilt es Geräthe, Geschirre u. dgl. zu waschen, so wird man zu erwägen haben, von welcher Art der zu entfernende Schmutz ist, um dieser entsprechend das geeignete Reinigungs- bez. Waschmittel zu wählen. Zumeist bei Küchen- und Hausgeräthen und Geschirren wird man es mit Auflagerungen von Fetten oder fettigen Stoffen und durch Vermittlung dieser anhaftenden Staub- und Russtheilchen zu thun haben und wird daher durch Scheuern mit Soda- oder Potaschenlösung bez. Seife zum Ziele kommen, wenn man sich nicht auf eine einfache mechanische Abreibung mit Sand beschränken will. In selteneren Fällen hat man es jedoch mit Auflagerungen zu thun, welche aus Stoffen bestehen, die in Alkalien unlöslich, dagegen in Säuren löslich sind, wie bei den Ansätzen in Wasserflaschen, Trinkgläsern und Kochgeschirren, in denen Wasser, namentlich hartes Brunnenwasser, längere Zeit gestanden hat oder gekocht wurde. Für die Beseitigung solcher Auflagerungen empfiehlt es sich schwache Salzsäure (1 Thl. auf 20 Thl. Wasser) zu verwenden, die meist schon ohne weitere Nachhilfe dergleichen Verunreinigungen entfernt. Wo eine solche noththut, wird man durch Scheuren mit

Quarzsand, durch Reiben mit Bürsten, bei Flaschen durch Schütteln mit feinem Bleischrot oder aufgeweichtem Fliesspapier, zum Ziele kommen können. *Gtl.*

Waschen (*lavage — washing*). Man versteht unter Waschen die Reinigung der verchiedensten Gebrauchsgegenstände und Naturproducte unter Benützung der lösenden und spülenden Wirkung von Flüssigkeiten, hauptsächlich des Wassers.

Zur vorläufigen Erläuterung dieser Erklärung sei hingewiesen auf die Wollwäsche (Leviathan), auf das Waschen der Hadern, des Metalltuches, der Filzwalzen etc. in der Papierfabrikation, der verschiedenen Erze in der Eisenerzeugung und anderen Hüttenprocessen, auf das Waschen der Kartoffel in der Spiritusfabrication, der Rüben in der Zuckerfabrikation, auf das Waschen von Gasen bei mannigfaltigen chemischen Processen u. s. w.

In diesem Artikel wird jedoch hauptsächlich das Waschen von Geweben besprochen. Es geschieht dies im Wesen in der Art, dass man die Stoffe mit Wasser tränkt, durch passend ausgeübten Druck das Wasser durch den Stoff und aus demselben drückt, bei welchem Wege das Wasser Unreinigkeiten theils gelöst, theils mechanisch beigemengt mitnimmt. Hiezu tritt häufig eine mehr örtliche Einwirkung durch Reibung, Druck oder Schlag, um Schmutztheilchen, welche an diesen Stellen fester haften, zu lockern und hierauf leichter durch das Wasser entfernen zu können.

Diesen einfachen Erfahrungen verdanken das Waschen auf der Brücke und die Wäscherei mit dem Flegel ihre Anwendung. Beim ersteren Vorgange benützt man einen Steg, der vom Ufer in ein fliessendes Wasser reicht. Auf diesem stehend nimmt der Arbeiter das Wäschestück und, indem er ein Ende in der Hand behält, wirft er selbes ins Wasser, worauf der Stoff tüchtig durchnässt wird, während die Falten sich öffnen und so die strömende Kraft des Wassers, unterstützt durch das Hin- und Herziehen des Stoffes von Seiten des Arbeiters, die Unreinigkeiten u. dgl. theilweise zu lösen oder rein mechanisch mit fortzunehmen vermag. Bei der Anwendung der Flegel kann man noch eine bessere Lockerung der Schmutztheilchen vornehmen, indem man mit jenen die Wäsche schlägt, sonst aber wie früher verfährt. Ganz ähnlich ist die Behandlung mit der Prätsche, welche im Wesen ein Brettchen mit Handgriff ist.

Statt die Wäsche auf diese Art mehr oder weniger ruhen zu lassen und sie mit schlagenden Werkzeugen zu bearbeiten, kann man selbe auch, wie es wirklich geschieht, zusammenfassen und auf eine, gewöhnlich gut geebnete Fläche eines feststehenden Körpers, eines Brettes o. dgl. niederschlagen. Die Wirkung wird eine entsprechende sein, nur ist es bei diesem Vorgange nicht gut thunlich auf ganz bestimmte, kleinere Stellen einzuwirken, was besonders bei der Prätsche keiner Schwierigkeit unterliegt.

Das Reinigen der Wäsche am strömenden Wasser ist nun, wie leicht einzusehen, aus verschiedenen Gründen nicht immer durchführbar. Deshalb nimmt man seine Zuflucht zu Trögen von verschiedener Grösse, in welchen Gefässen man auch reineres Wasser ansammeln und daher die Wäsche schöner erhalten kann. Auch mehr erwärmtes Wasser kann jetzt benützt werden, was auch zur besseren Reinigung manches beiträgt. Den fetten und öligen Flecken kann man aber auch auf diese Art nicht recht beikommen. Hiezu dient die Seife. Bezüglich der Wirksamkeit derselben sei auf Seife (VIII pag. 159) und den vorhergehenden Artikel verwiesen. Ebenso hinsichtlich der Einwirkung der Laugen (Holzasche-Abguss, Sodalösung u. dgl.) I pag. 59, welche angewendet werden, wenn es gilt, noch kräftigere Wirkungen zu erzielen. Nur kurz sei bemerkt, dass bei Anwendung jedes dieser Mittel die Lösung der fettigen Theile erstrebt wird, wodurch dann die Entfernung durch das Wasser leicht gemacht ist. Bei Anwendung der Seife oder deren Surrogate, „Seifenwurzel" u. dgl., werden die Stoffe eingeseift, besonders an jenen Stellen, wo die Flecke stärker hervortreten, dann entweder einige Zeit liegen gelassen, oder sogleich zwischen den Handballen gerieben oder geprätscht und hierauf ausgespült. Bei Anwendung der Laugen

werden in der einfachsten Behandlungsweise die Stoffe mit selben in warmem, oft kochendem Zustande in einem Bottiche übergossen stehen gelassen oder direct in grösseren verzinkten oder kupfernen Gefässen, auch Kesseln gekocht und sodann eigentlich ausgewaschen.

Um das Reiben der Wäsche zwischen den Ballen der Hände fast entbehrlich zu machen, benützt man bei der Handwäscherei die sogenannten Waschrumpeln, fälschlich öfters Waschmaschinen genannt, welche in einer sehr verbreiteten Ausführung aus einem kräftigen Holzrahmen bestehen, in welchem gewelltes Zinkblech gefasst ist. Der Rahmen wird im Waschbottiche an eine Wand gelehnt und auf dem Bleche das Wäschestück unter Druck auf und ab bewegt. In anderer Weise wird noch das Reiben unmittelbar durch die Hände durch Strohbürsten ersetzt; jedoch wird durch dieses Hilfsmittel die Wäsche besonders stark abgenützt, was wohl leicht erklärlich ist. Ueberhaupt gilt vielfach als Erfahrungssatz, dass das Reinigen die Wäsche mehr abnützt als das Tragen selbst.

Die neuere Zeit mit der stetigen Entwicklung der Industrie, der Vertheuerung der menschlichen Arbeitskraft u. dgl. hat es mit sich gebracht, dass man auch für das Waschen darauf bedacht sein musste, die menschliche Arbeit möglichst überflüssig zu machen und selbe grösstentheils durch Maschinen besorgen zu lassen. Es ist natürlich, dass es niemals thunlich sein dürfte, von einer Maschine zu verlangen, dass sie an ganz besonderen Stellen selbstthätig wirke, dort etwa, wo sich stärkere Schmutzflecke u. dgl. befinden. Zu diesem Zwecke wird man der Handarbeit wohl niemals entrathen können. Aber eine mehr allgemeine Reinigung kann man verlangen und wird auch durch die heute bereits vorhandenen Maschinen bereits recht gut erreicht, ohne die Stoffe besonders stark anzustrengen.

Bei all' den verschiedenen Maschinen tritt aber auch das Grundprincip hervor, den Stoff mit der Waschflüssigkeit zu tränken und auf irgend eine Art dann selbe durch Druck so ziemlich zu entfernen, wobei Schmutztheilchen mitgenommen werden.

Etwas verschiedene Typen von Waschmaschinen haben sich jedoch für die einzelnen Industriezweige herausgebildet. Gedrängt sollen nun solche besprochen werden.

Bereits im Artikel Appretur I pag. 170 wurde ganz kurz auf Waschmaschinen hingedeutet. Im Folgenden seien nur einige für diesen Zweck verwendete Maschinen bildlich vorgeführt und erklärt. Wesentlich verschiedene Ausführungsformen haben sich herausgebildet für fertige Gewebe einerseits und Garne u. dgl. andererseits.

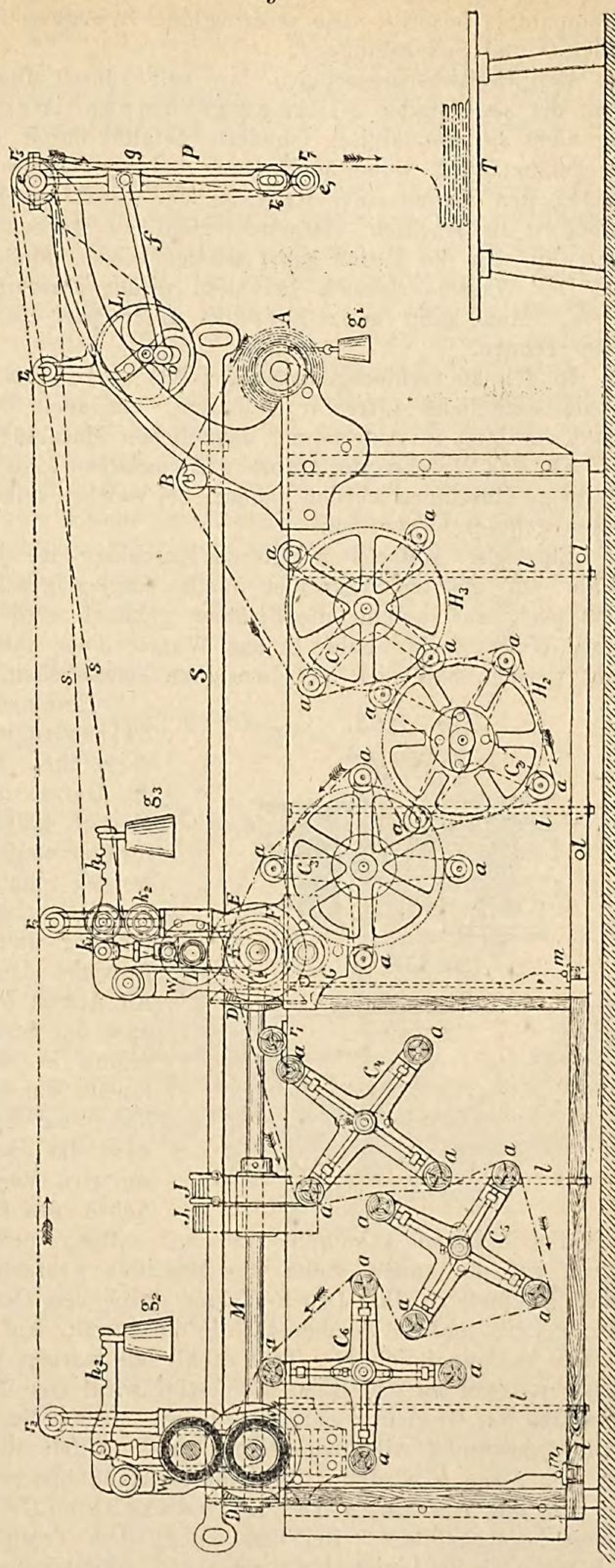
Fig. 5262 gibt Ansicht und Schnitt einer sogenannten Breitwaschmaschine für fertige Gewebe verschiedenster Art, wie selbe von Ingenieur Kabisch (s. prakt. Maschin.-Constr. 1880 pag. 167) gebaut wird. Wir sehen bei A einen Zeugbaum, von welchem der Stoff wegen des Gewichtes g_1 nur unter einer gewissen Spannung abgelassen wird. Er geht über die Walze B in den Waschkasten. Dieser ist aus gutem Heidenkiefernholz durchwegs gespundet und durch eine Anzahl Schrauben l gesichert hergestellt und hat zwei, bezw. drei Abtheilungen, wobei die Mittelwände niederer gehalten sind als die Aussenwände, um ein Ueberfliessen der Waschflüssigkeit aus einer Abtheilung in die andere zu gestatten. In jeder dieser Abtheilungen sind drei Waschflügel oder Waschkreuze C_1, C_2, C_3 angebracht, über deren am Ende der Arme stellbar und drehbar angebrachte Holzwalzen a der Stoff geführt wird. Diese Waschkreuze werden von aussen angetrieben; zu diesem Behufe gehen deren Achsen durch die Kufenwände, sind aber mit Stopfbüchsen gedichtet. Es ist leicht einzusehen, dass der Stoff in den Waschkufen durch die Walzen a geschlagen wird, ohne eine besondere gleitende Reibung aushalten zu müssen. Durch dieses Schlagen schwingt der Stoff hin und her und durch diesen Umstand, sowie durch die Bewegung der Waschkreuze selbst geräth die Waschflüssigkeit in ganz erwünschte, plätschernde Bewegung. Nach den ersten drei Waschkreuzen gelangt der Stoff durch eine Walzenpresse W_1, W_2, in welcher wir eine Art der so vielfach bei derartigen Maschinen angewendeten

Clapots erkennen. Der Druck wird vom Gewichte g_3 durch Vermittlung des Hebels h_1 u. s. w., sowie durch das Eigengewicht der Oberwalze erzeugt, deren Lager L in Verticalführungen angebracht sind. Diese Walzen können aus Holz sein oder auch wie bei einer neueren Construction von Pierron, Dechaître & Dépierre mit Kautschuk überzogene Gusswalzen o. dgl.

Das durch die Walzenpresse herausgequetschte Wasser fliesst in den ersten Trog zurück. Der Stoff begibt sich in den zweiten Trog wieder über drei Waschkreuze C zur zweiten Walzenpresse W_3, W_4. Hiemit ist bei leichterem Zeug, Leinen, Orleans o. dgl. die Wäsche zu Ende. Bei schwereren Stoffen, Kalmuk's u. A. ist noch die Anbringung eines dritten Waschkastens von ganz ähnlicher Einrichtung zu empfehlen.

Der gewaschene Stoff wird über die Maschine zu einem Fachapparat P über Walzen r_2, r_3, r_4, r_5 geleitet, passirt im Fachapparate selbst die Walzen r_6 und r_7, um endlich auf den Tisch T niedergelegt zu werden. Wir bemerken, dass der Stoff wieder in die Nähe des Punktes gelangt, wo er seinen Lauf begonnen hatte, so dass ein Arbeiter zur Bedienung um so eher hinreicht, weil auch die Aus- und Einrückung mittelst der Stange S von dort geschehen kann.

Fig. 5262.



Breitwaschmaschine von Kabisch.

Den Antrieb der gesammten Maschine vermittelt die Welle M mit Leer- und Vollscheibe J und J_1. Durch Kegelräder D und D_1 werden die unteren Walzen der Pressen angetrieben, von wo aus die betreffenden Waschkreuze durch Stirnradübersetzung gedreht werden.

Von der Walze W_2 wird auch durch Riemen *s*, Leitrollen etc. der Betrieb des Fachapparates besorgt. Die schwingende Bewegung insbesondere vermitteln dann Kurbel *O* und Schubstange *f*.

Den Breitwaschmaschinen, wie selbe durch dieses Beispiel vorgeführt sind, stehen die sogenannten Strangwaschmaschinen gegenüber, bei denen das Zeug nicht so ausgebreitet, sondern gefaltet durch ähnliche Apparate oft mehrmals geführt wird, wobei zur Leitung und Sonderung der einzelnen Partien selbes zwischen den Stäben eines Rechens oder durch eine Reihe Glasringe geführt wird. Hierbei ist zu beachten, dass man nicht zu starken Druck in der Walzenpresse gebe, weil sich die Falten sonst schwer wieder auflösen.

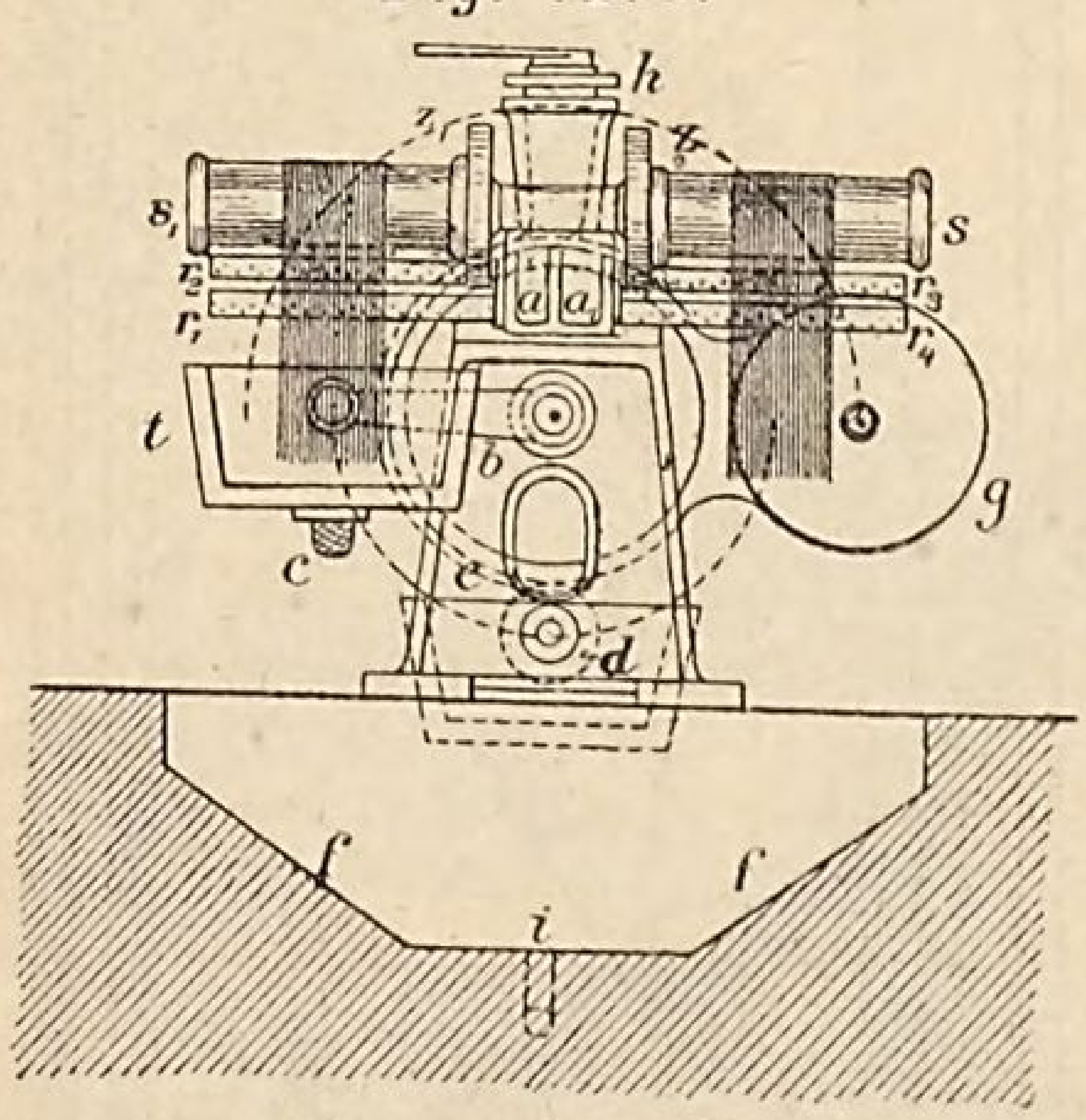
Der Wasserverbrauch bei allen diesen Maschinen ist ein verhältnissmässig grosser. Man kann ganz gut 200 Liter per 100 Meter Stoff von mittlerer Breite rechnen.

In den am Schlusse dieses Artikels gemachten Angaben sind die Hinweise auf die bezügliche Literatur enthalten, um auch die Einzelheiten der grössten Anzahl der jetzt in Anwendung befindlichen Maschinen kennen lernen zu können.

Für das Waschen der Garne wird meistens kein besonderer Druck ausgeübt, nur wenige Maschinen wurden gebaut, bei welchen selbe geschlagen oder in Walzenpressen gequetscht wurden.

Eine der einfachsten älteren Maschinen ist jene von Prévinaire, bei welcher auf ein und derselben Welle entgegengesetzt excentrisch Spulen angebracht sind, auf welche die Strähne gehängt werden, und, indem sich die erwähnte Welle dreht, bald in das Wasser einer unterhalb befindlichen Kufe getaucht werden, bald sich aus demselben herausheben.

Fig. 5263.



Garnwaschmaschine.

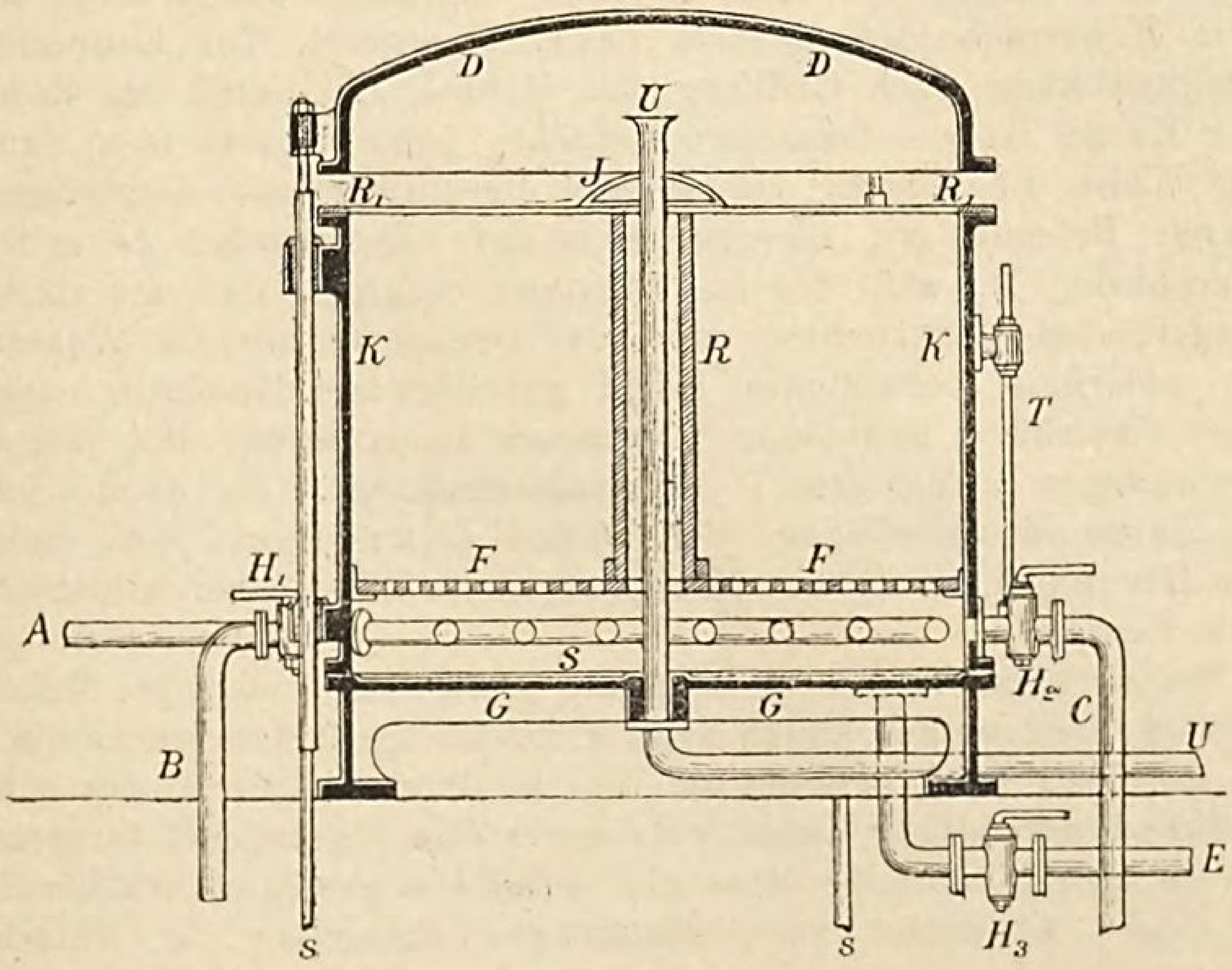
Eine neuere Garnwaschmaschine von Zillesen in Crefeld sei durch Fig. 5263 vorgeführt. Es ist auf derselben möglich die Garne zuerst warm zu waschen und hierauf kalt zu spülen, ohne dass die Stränge umgehängt werden müssten. Selbe werden nämlich auf die Spulen *s*, beziehentlich s_1 gebracht, welche durch Zahnräder *z* und z_1 mit nicht gezeichnetem Antriebe drehend mitgenommen werden. An Armen *b* ist der Trog *t* befestigt, so dass der Strang auf einer Seite der Maschine in das in *t* befindliche Wasser taucht, durch welches in Folge der Drehung der Spule s_1 der Strang gezogen wird. Ist das hinreichend lang geschehen, so wird von Hand durch eine auf die Achse des Rades *d* aufgesteckte Kurbel das halbe Zahnrad *e* gedreht und mit selbem auch die Arme *b*, so dass der Trog *t* auf die andere Seite der Maschine gebracht wird. Nunmehr wird der Hahn *h* geöffnet, so dass Druck-Wasser durch den Canal *a* in die Spritzröhren r_1 und r_2 gelangt und die Strähne tüchtig durchspült. Auf der anderen Seite wiederholt sich das analoge Spiel. Der Trog erhält sein warmes Wasser durch den Schlauch *c*, welcher passend an das Rohr *i* befestigt wird. Der Trog ist auch auf der Gegenseite durch das Gewicht *g* entlastet, jedoch nicht vollständig, so dass er sich, wenn er nicht verwendet wird, von selbst an die tiefste Stelle begibt. In horizontaler Lage der Arme *b* wird der Trog durch einen Sperrmechanismus erhalten.

Für das Waschen der Leibwäsche im Grossen haben sich zwei Hauptsysteme herausgebildet. Bei dem einen, dem französischen System wird die Wäsche einem kreisenden Strome von erhitzter Lauge unterworfen und hierauf in Waschtrommeln einer Art Spülung unterworfen, bei dem zweiten, dem deutschen Systeme unterliegt die Wäsche einer kräftigeren mechanischen, gewöhnlich schla-

genden Behandlung in einer erwärmten Flüssigkeit, worauf nur für besonders schmutzige Wäsche noch ein Durchkochen und zweites Behandeln in der Waschmaschine folgt. Es ist klar, dass eine kräftigere Reinigung bei dem deutschen Verfahren erzielt werden kann, jedoch ist eine voraussichtlich grössere Abnützung der Wäsche hiebei nicht zu leugnen. Ganz schöne Resultate sollen jedoch auch bei dem französischen Verfahren für sehr schmutzige Wäsche erzielt worden sein.

Der Vorgang hiebei ist gewöhnlich der Folgende. Die Wäsche wird in einen Bottich mit doppeltem Boden (Beuchgefäss) gepackt und mit passender Lauge genügend übergossen. Da der obere Boden *F*, wie in Fig. 5264 siebartig durchlöchert ist, rinnt die Lauge auch in den Raum zwischen den beiden Böden *F* und *G*, füllt selben schliesslich vollständig aus und wird durch eine in diesem Raume befindliche Dampfschlange erwärmt. In der Mitte des Bottichs ist ein hölzernes Rohr empor geführt, welches die eingepackte Wäsche überragt, und einen Ueberfallschirm ober sich besitzt. Die Lauge geräth nun durch die zugeführte Wärme ins Kochen, steigt im Mittelrohre empor und ergiesst sich besonders durch Vermittlung des Schirmes über die Wäsche, in der Art einem beständigen Kreislauf unterliegend. Wir erkennen in diesem Vorgange das alte, schon von unseren Vorfahren in Ehren gehaltene S e c h t e l v e r f a h r e n. Es ist wohl zu erwarten, dass bei dem geschilderten Kreislaufe im Allgemeinen ein recht gutes Lösen der Unreinigkeiten zu erwarten ist, so dass ein folgendes Spülen zur vollständigen Reinigung genügen könnte.

Fig. 5264.



Berjo's Wäsche-Kocher.

Wollen wir jedoch sehr verunreinigte Wäsche, wie etwa die des Militärs, aus Krankenhäusern u. dgl. nur einfach auf diese Art behandeln, so wird man kaum eine genügende Weisse erzielen. Zuerst müsste ein plötzliches Uebergiessen der bei etwa 110° C. kochenden Lauge vermieden werden, weil dies erfahrungsgemäss der Wäsche abträglich ist, in selber Flecke verursacht, die dann nur mit besonderer Mühe entfernt werden können. Bei Krankenwäsche, die noch überdies häufig durch Eiter, Blut u. dgl. verunreinigt ist, tritt der Umstand hinzu, dass das Blut gerinnen würde und dann mühsam mit der Handwäscherei entfernt werden müsste.

Ein vom Apotheker Berjo in Caens in Frankreich construirter, etwas gegenüber dem oben geschilderten Apparate abweichend construirter Bück- oder Beuch-Kessel soll nach dem prakt. Masch.-Const. 1872 pag. 267 recht zufriedenstellende Wäsche auch nach längerem Betriebe geliefert haben. Im Ganzen und Grossen ist die Einrichtung ganz der eben geschilderten ähnlich. Jedoch ist zur Vermeidung des Umstandes, dass die Lauge beim Uebergiessen eine so hohe Temperatur habe, eine hübsche Zugabe gemacht. In dem hölzernen Ueberfallrohr *R* ist ein Kupferrohr *U* angebracht, welches bis über den Schirm *J* reicht. Durch dieses Rohr saugt eine Pumpe, nachdem der Deckel *D* herabgelassen ist, Luft ab, was zur Folge hat, dass in dem entstehenden Vacuum die von der Dampfschlange *S* erhitzte Lauge früher, schon bei einer Temperatur von etwa 60° C. zum Sieden kommt und das Uebergiessen durch Rohr *R* und über den Schirm *J* stattfindet. Diese Temperatur ist jedoch gerade gut geeignet um Blut, Eiter und dgl. in Lösung zu bringen. Da jedoch für die Entfernung anderer Unreinigkeiten diese verhältnissmässig niedere Temperatur nicht reichen würde, so wird nach einiger Zeit ein im Deckel befindlicher (nicht gezeichneter) Lufthahn geöffnet, um nach und nach, bei eingestelltem Saugen der Luftpumpe, wieder den vollen Atmosphärendruck in dem Kessel herzustellen.

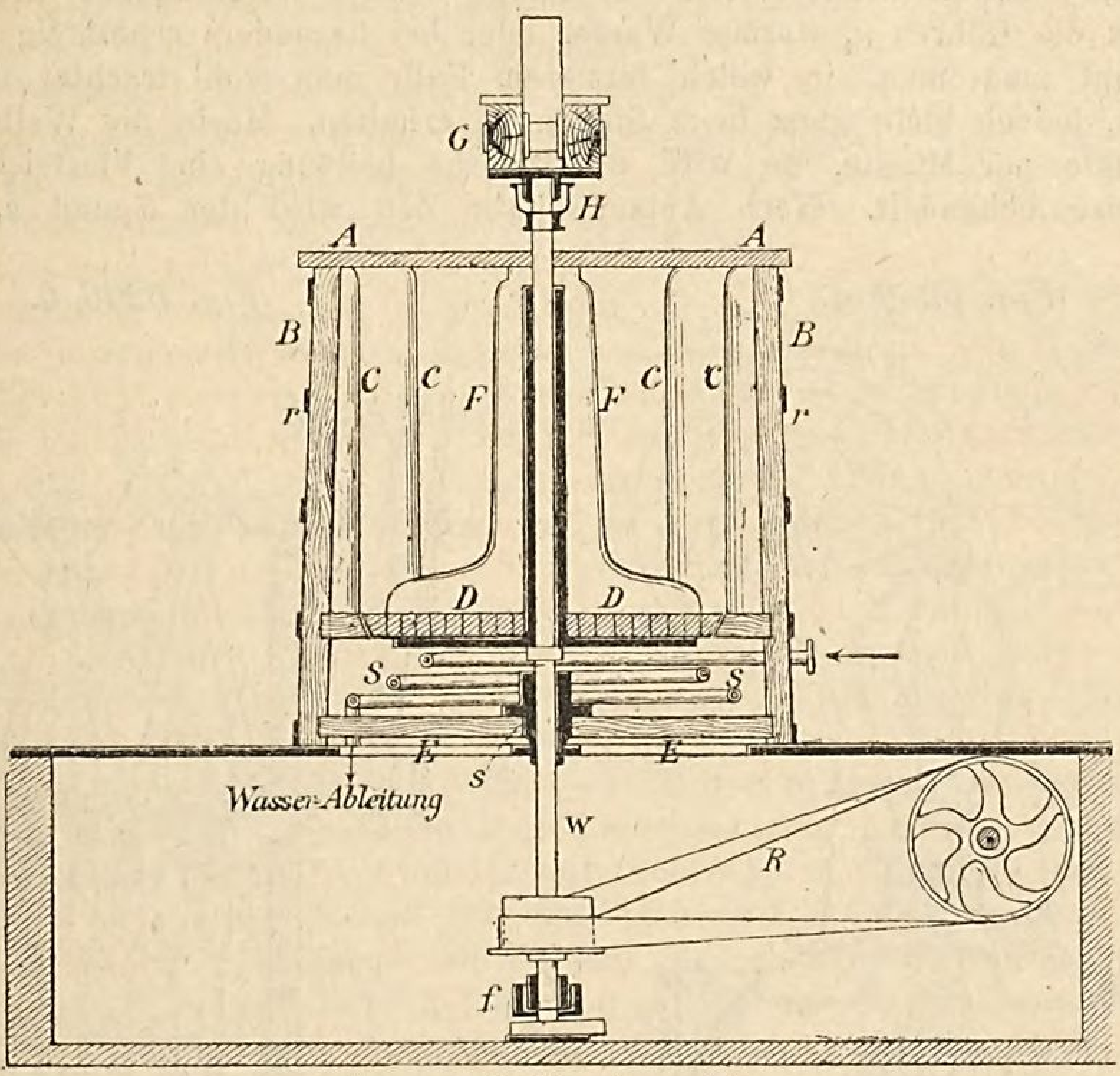
Zur Erläuterung der Fig. 5264 sei noch beigefügt, dass der Dampf durch das Rohr *A* in die Schlange tritt und das Condensations-Wasser aus derselben durch das Rohr *B* in einen Behälter abfliesst. Da weiters die Luftpumpe auch Dampf, welcher in einem dieselbe umgebenden, gekühlten Mantel verdichtet wird, absaugt, so wird die Lauge im Kessel *K* immer concentrirter, was für den Betrieb nicht erwünscht ist. Deshalb wird von dem das Condensations-Wasser aus *S* enthaltenden Behälter durch das Rohr *C* nach Oeffnung des Hahnes H_2 Wasser durch den in *K* herrschenden niederen Druck angesaugt. Die Entleerung sämmtlicher Flüssigkeit kann nach Oeffnung des Hahnes H_3 durch das Rohr *E* stattfinden. Der Kessel ist aus Gusseisen gedacht; jedoch muss aber dann wohl in irgend einer Weise die Wäsche vor directer Berührung mit demselben geschützt werden, durch Belegen mit Bleiplatten o. dgl. Der Deckel *D* setzt sich auf einen Kautschukring R_1 auf, der die Dichtung besorgt. Bei der von Apotheker Berjo ausgeführten Construction wird der Deckel *D* mittelst Wasser gehoben, das in ein unterhalb befindliches (nicht gezeichnetes) Reservoir nach Oeffnung eines Hahnes einströmen und einen Schwimmer heben kann, mit welchem durch die Führungsstangen *s* der Deckel *D* zusammenhängt. Es dürfte jedoch wohl gar keinem Anstande unterliegen, den Deckel *D* auf irgend eine andere Art zu heben. Ein Thermometer *T*, ein Manometer und Schaulöcher bilden die weitere Armatur des Kessels.

Das Spülen kann in diesem Apparate geschehen, indem das Vakuum wieder hergestellt wird, hierauf aus einem nicht gezeichneten Rohre warmes Wasser über die Wäsche gegossen wird, welches die Wäsche durchdringt und durch das Ablassrohr fortwährend schmutzige Lauge mitnimmt; dies hinreichend fortgesetzt, liefert die Wäsche in einem Zustande, dass ein verhältnissmässig schwaches Nachspülen ausserhalb dieses Apparates zur vollständigen Reinigung der Wäsche genügt. Den Uebergang gleichsam zum deutschen Systeme bildet die Waschmaschine von Holzmann, welche in Fig. 5265 im Verticalschnitte dargestellt ist. (Nach Dgl. polyt. Journ. 232 pag. 325.)

Wir erkennen in *B* einen hölzernen Bottich mit zwei Böden *D* und *E*, zwischen welchen sich die Dampfschlange *S* befindet. *D* hat eine grosse Anzahl ziemlich feiner Löcher, durch welche die Circulation der erwärmten Waschflüssigkeit stattfinden kann, und ist fest verbunden mit der verticalen Welle *W*, die durch den halbgeschränkten Riemen *R* angetrieben werden kann und mittelst einer Stopfbüchse *s* durch den unteren Boden *E* geht. Mit der Welle *w* und dem Boden *D* sind weiters Flügel *F* verbunden, welche bei der Drehung die Wäsche etwas drückend und reibend behandeln, besonders wegen der an der Bottichwand befindlichen Leisten *C*. Auch wird das Durchfeuchten mit der angewendeten Laugen-

oder Seifenflüssigkeit befördert. Bemerkt sei noch bezüglich der Ausführung, dass die Welle *W* unten ein Fusslager *f* findet, während sie sich oben in einem am Querriegel *G* befindlichen Lager drehen kann. Die Büchse *H* fängt die aus diesem Lager kommende Schmiere auf.

Fig. 5265.



Holzmann's Waschmaschine.

Diese Waschmaschine liefert nach den gemachten Erfahrungen, besonders bei kleineren Wäschestücken, wie Krägen, Manschetten u. dgl., sehr hübsche Resultate; nur ist es wichtig zu beobachten, dass der Spalt zwischen dem sich drehenden und dem festen Theile des Bodens *D* möglichst klein sei und ersterer den letzteren niemals überragt.

Durch Fig. 5266 *a*, *b* sei eine derjenigen Waschmaschinen versinnlicht, welche das deutsche Wäscherei System kennzuzeichnen vermag. Es ist dies eine vielfach verbreitete Construction*), wie selbe aus der Fabrik von O. Schimmel und Comp. in Leipzig hervorgeht. Diese Firma besorgt auch in mustergiltiger Weise die Gesammteinrichtung von Waschanstalten. Die Wäsche wird, nachdem sie vorher eingeweicht worden und etwa 12 Stunden in der Soda-Lauge (mit etwa $3^1/_2$ Gewichtspercenten Soda) gelegen ist, in Partien bis 15 Kg. nach und nach in die rechts und links von den Messinghämmern h, h_1 befindlichen Waschräume des ganz mit Kupfer ausgelegten Troges t eingetragen. Die Hämmer h und h_1 schwingen um die Achse c, u. zw. so, dass sich die Hämmer h nach links bewegen, während die Hämmer h_1 nach rechts schwingen und umgekehrt. Es wird dies mittelstt der Theile a, beziehentlich a_1 und durch die Schubstangen b bewirkt, welche mit ihren Köpfen die doppelt gekröpfte Welle w umgreifen, die durch einen Riemen gedreht werden kann, der auf der Vollscheibe S aufliegt. Um die Drehung gleichförmiger zu machen, ist auch noch das Schwungrad Q vorhanden. Die Waschräume sind mit aufklappbaren Deckeln D überdeckt.

*) Siehe Dingl. Bd. 249 pag. 81 und prakt. Masch.-Constr. 1885 pag. 81.

Der Vorgang beim Waschen ist nun folgender: Die sich bewegenden Hämmer ballen die Wäsche zu einem Knäuel, welcher gegen die bezügliche Trogwand gedrückt wird und durch die Gestaltung derselben, sowie derjenigen der Hämmer bei deren Rückgang gewendet herabsinken wird, indem er dadurch der Druckwirkung der Hämmer neue Angriffspunkte bietet. Die Waschflüssigkeit wird bei diesem Vorgange bald aus der Wäsche herausgedrückt, bald wieder kann sich dieselbe soweit lockern, um die Lauge wieder aufzusaugen. Hiebei lässt man durch die Röhren r_1 warmes Wasser oder bei besonders schmutziger Wäsche auch Dampf zuströmen, in welch' letzterem Falle man wohl trachtet die Lauge sehr heiss, jedoch nicht ganz beim Sieden zu erhalten. Macht die Welle w etwa 100 Umläufe per Minute, so wird die Wäsche beiläufig eine Viertelstunde auf diese Weise behandelt. Nach Ablauf dieser Zeit wird der Spund s_1 heraus-

Fig. 5266 a.

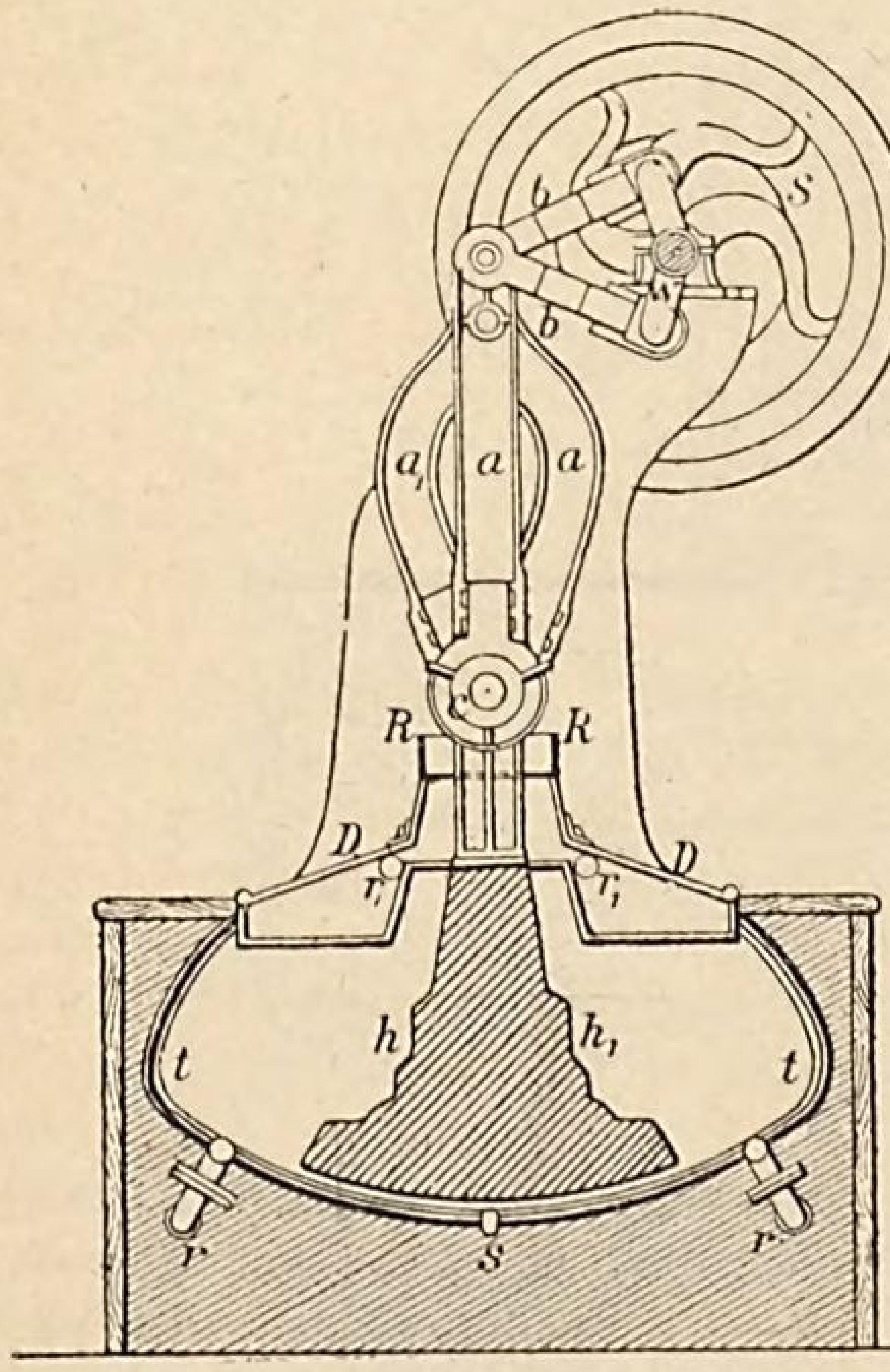
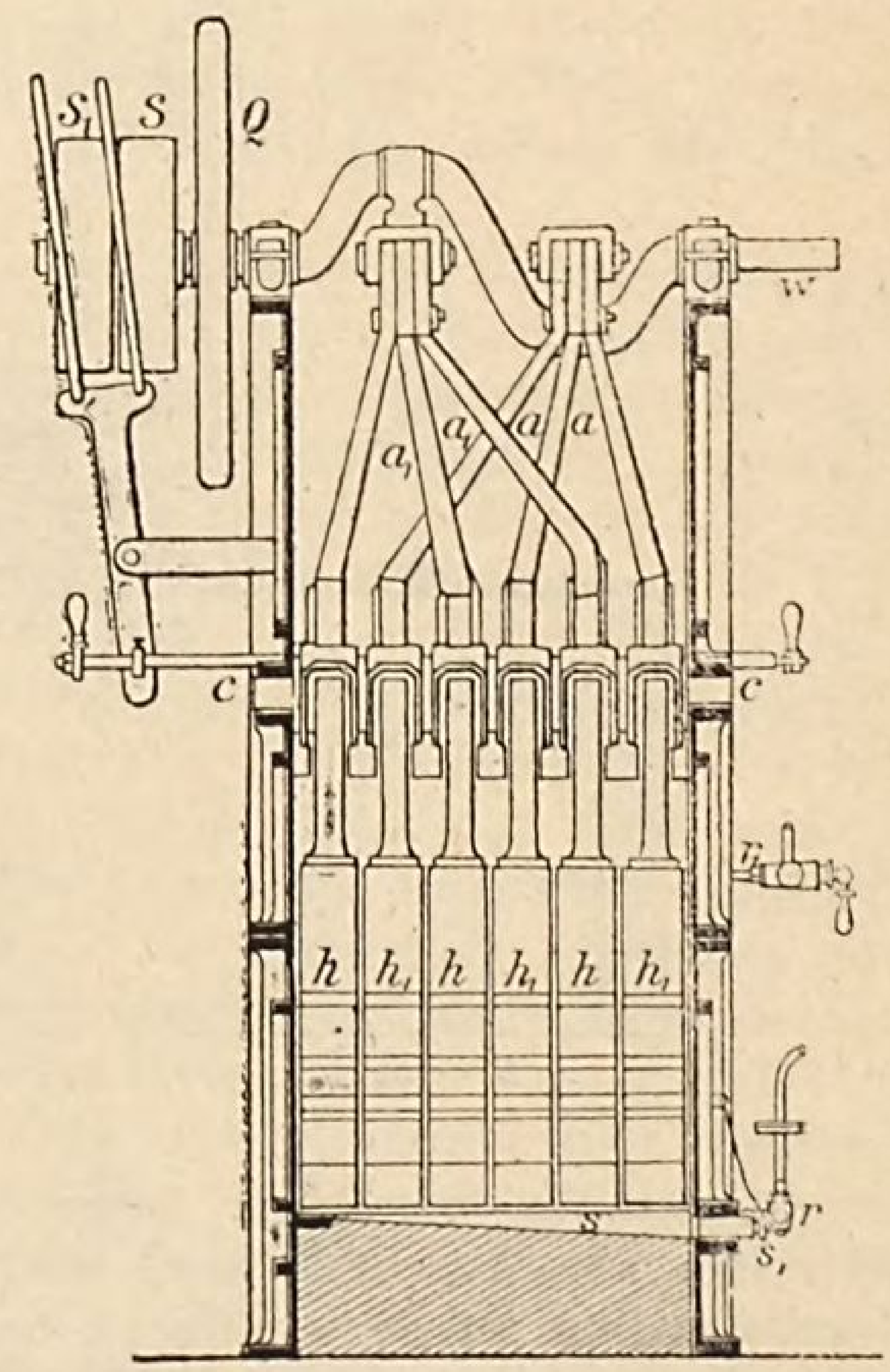


Fig. 5266 b.



Waschmaschine von O. Schimmel.

gezogen und, während die Hämmer beständig arbeiten, zuerst die schmutzige Waschflüssigkeit durch die Rinne s abgelassen und hierauf durch die Röhren r_1 anfänglich warmes und dann kaltes Wasser auf die Wäsche gespritzt, so dass eine Art Spülung bewirkt wird. Sollten einzelne Wäschestücke nunmehr nach dem Herausnehmen noch nicht genügend rein sich erweisen, so werden die Schmutzstellen wieder eingeseift und diese Wäschestücke neuerlich in die Waschmaschine gegeben, um jetzt nochmals, aber bei Dampfzutritt, bearbeitet zu werden. Ist endlich ein zufriedenstellendes Resultat erreicht, so folgt ein Nachspülen in einer Spülmaschine, welche in ihrer Form an die Waschholländer (VI pag. 490) der Papierfabrication erinnert. Das aus den verschiedenen Lagern tretende Oel u. dgl. wird schliesslich durch die Rinnen R aufgefangen und seitlich abgeleitet. Zu bemerken wäre noch, dass in Folge der kurzen Schubstangen b die Hämmer h und h_1 ziemlich stark aus der Mittelstellung sind, wenn die respectiven Kurbeln den halben Weg zwischen ihren todten Punkten gemacht haben. Die Folge wäre, dass bei symmetrisch gestalteten Waschräumen eine ungleiche Behandlung der Wäsche auf den beiden Seiten eintreten würde. Auf einfache Weise ist dem abgeholfen, wie aus Fig. 5266 a zu ersehen ist,

indem die Montirung derart geschieht, dass für den Fall der verticalen Lage der Hammermittellinien die Kurbeln nicht vertical, sondern unter Winkeln gegen die Verticale stehen, die aus einer Constructionszeichnung leicht entnommen werden können.

Zum Schlusse dieser kurzen Auseinandersetzung sei auf den besonderen Nutzen hingewiesen, welcher bei der Wäscherei im Grossen einerseits durch die Ersparung einer bedeutenden Anzahl von Arbeitskräften, andererseits durch die Förderung der gesundheitlichen Verhältnisse erwächst. Es ist ja eine Thatsache, dass das Personal, welches Wäsche zu reinigen hat, die von Individuen mit ansteckenden Krankheiten herrührt, auch so ausserordentlich leicht von denselben befallen wird. Aus diesen beiden Haupt-Gründen mag wohl eine Empfehlung der Maschinenwäscherei im Grossen am Platze sein.

Einschlägige Literatur: Dépierre, Die Waschmaschinen, deutsch von Dr. Bötsch; Romen, Die Appretur; Grothe, Katechismus der Bleicherei; eine grosse Anzahl von Artikeln in den verschiedensten technischen Zeitschriften: Dinglers polyt. Journal, Uhlands prakt. Masch.-Constr. u. a. — Vergl. die Artikel Kammgarnspinnerei IV pag. 622, Streichgarnspinnerei VIII pag. 596, Seidenspinnerei VIII pag. 139, Tuchfabrication IX pag. 661.

Zahlreiche Waschanstalten wurden durch die Maschinenfabrik Germania, vorm. J. S. Schwalbe & S. in Chemnitz gebaut. Anm. d. Red.

Alfred Haussner.

Waschfässer, s. Appretur I pag. 169.

Waschflasche (*flacon-laveur — washing bottle*) wird der zur Reinigung von Gasen, d. i. zur Absorption und Fixirung der, einem zu reinigenden Gase beigemengten gas- oder dampfförmigen, oder in Form von mitgerissenen Tröpfchen vorhandenen Verunreinigungen bestimmte Apparat genannt, den man gewöhnlich mit dem Entwicklungsgefässe verbindet, aus welchem das zu reinigende Gas entweicht. Solche Waschflaschen bestehen in der Regel aus zwei- oder dreihalsigen Woulf-schen Flaschen oder einfachen Glasflaschen mit doppelt durchbohrtem Pfropfe oder sonst geeigneter Einrichtung, welche gestattet, das zu reinigende Gas durch eine bis an den Boden der Flasche führende Röhre unter das Niveau der zur Absorption bestimmten Flüssigkeit zu bringen, so dass es dieselbe durchstreichen muss, um vermittels eines in den zweiten Hals, bez. in die zweite Bohrung des Pfropfes oder sonst geeignet angebrachten Ableitungsrohres weiter abgeleitet zu werden. Zur Füllung der Waschflaschen verwendet man je nach der Natur des zu waschenden Gases und der zu entfernenden Verunreinigungen verschiedene Flüssigkeiten. So reinigt man Schwefelwasserstoffgas, Schwefligsäuregas, Kohlensäuregas durch Vorlage von Wasser, andere Gase durch Vorlage von Aetzkalilauge, noch andere durch Vorlage von Säuren oder Gemengen von Schwefelsäure mit chromsaurem Kali, noch andere durch Vorlage von Metallsalzlösungen etc. *Gtl.*

Waschgold (*or de lavage — wash-gold*), das aus goldführendem Sande durch Waschen gewonnene Gold, s. Gold IV pag. 123.

Waschgoldrahmen, s. Goldrahmen IV pag. 141.

Waschhämmer (*pilons — wash-stocks, washing stocks*), s. Waschen.

Waschholländer, s. Papierfabrication VI pag. 402.

Waschkrystall. Unter diesem Namen kam früher und kommt noch gegenwärtig gewöhnliche krystallisirte Soda in den Handel, doch hat man mehrfach auch krystallisirten Borax mit dem Namen Waschkrystall belegt. Auch doppelt kohlensaures Natron wurde unter diesem Namen in den Handel gebracht. Vor mehreren Jahren kam unter der Benennung „Pommerensdorfer Wasch- und Bleichkrystalle“ ein in der Form von krystallinischen Salztafeln verkauftes Präparat zu Markte, das beim Kochen schweflige Säure entwickelte und als Bleichmittel für Wäsche empfohlen wurde. Vgl. A. Buchner, Wascheinrichtungen, Weimar, B. F. Voigt 1871. *Gtl.*

Waschkugeln, s. b. Ultramarin X pag. 24.

Waschlauge. Unter diesem Namen ist namentlich die Aetznatronlauge bekannt, welche von manchen Fabriken in wechselnder Concentration in den Verkehr gebracht wird. In der Hauswirthschaft bezeichnet man mit demselben Namen die durch Auslaugen von Holzasche mit Wasser und Abseihen der entstandenen Lösung erhaltene Lauge von kohlensaurem Kali. Als Waschlauge für gefärbte Zeuge werden nicht selten Abkochungen von Seifenwurzel oder Panamarinde mit Caragheenmoos empfohlen. Eine Vorschrift für solche ist nach Gräfe (s. Dingl. pol. Journ. 199 pag. 77): 1 Kg. Panamarinde, $^1/_4$ Kg. Caragheenmoos, jedes für sich mit 10 Kg. Wasser gekocht und das Decoct durch Abseihen von dem Ungelösten getrennt. *Gtl.*

Waschleder, s. m. Sämischleder, s. b. Leder.

Waschliqueur, unter diesem Namen wurde s. Z. die als Waschmittel empfohlene Mischung von Salmiakgeist, Terpentinöl und Seifenwasser in den Verkehr gebracht, vgl. Waschen. *Gtl.*

Waschmaschine, s. Appretur I pag. 169, s. Waschen.

Waschmehl (priv. bayrisches) wurde das von Bayern aus zu Markte gebrachte Gemenge von gleichen Theilen Seifenpulver und Soda genannt. *Gtl.*

Waschmittel, vgl. b. Waschen.

Waschpulver. Unter diesem Namen kamen früher fast durchwegs Präparate in den Handel, welche lediglich aus gemahlener calc. Soda oder aus verwitterter Krystallsoda bestanden. In neuerer Zeit kommen als Waschpulver nicht selten pulverförmige Gemenge von calcin. Soda mit Seife oder von Soda mit Borax in den Verkehr. *Gtl.*

Waschrad, s. Waschen.

Waschscheibe (*chassis*), s. Papierfabrication VI pag. 492.

Waschschwamm, s. Badeschwamm I pag. 268.

Waschseife, s. Seife VIII pag. 155.

Waschsiebe, Papierfabrication bei Waschscheibe VI pag. 492.

Waschtinctur wurde auch die als „Berlinerblau-Tinte“ bekannte Lösung von Berlinerblau in Oxalsäure (s. Tinte IX pag. 494) genannt. *Gtl.*

Waschtrommel (*tambour laveur*), s, Papierfabrication VI pag. 492.

Wasch- und Plättmaschine (*lissseuse*). Eine Vorbereitungsmaschine der Kammgarnspinnerei, auf welcher mittelst Dampf geheizter Cylinder die Wollbänder welche vor dem Verspinnen mit Seifenwasser gewaschen wurden, um das vor dem Kämmen hineingebrachte Oel zu entfernen, unter Ausübung einer geringen Streckung sofort getrocknet werden und deren Wirkung zum Theil auch darin besteht, den Wollhaaren ihre Kräuselung zu nehmen. *E.*

Washingtonit, s. m. Ilmenit IV pag. 471.

Washoëprocess, s. m. Pfannenamalgamation, s. Silber VIII pag. 252.

Wasium. Von Bahr gewählter Name für ein von ihm in dem Wasit, einem zu Rönsholm bei Stockholm vorkommenden, dem Allanit ähnlichen Minerale, vermeintlich aufgefundenes Element, das derselbe später als mit Thorium identisch erklärte, während dasselbe nach den Untersuchungen von Delafontaine, dann von Nicklès und endlich von O. Popp als Ceroxyd bez. Yttererde, oder ein Gemenge von beiden erkannt wurde. *Gtl.*

Wasser, s. b. Wasserstoff.

Wasseraufgusslampe, s. m. Hydropetrollampe, auch hydrostatische Petroleumlampe (Güntner's), vgl. Lampen V pag. 260.

Wasserbad, s. b. Bäder I pag. 272, vgl. Abdampfen I pag. 14.

Wasserballast, s. Schiffbau VII pag. 613.

Wasserbatterie, Gassiot'sche Batterie. Eine aus einer grossen Zahl von Zink- und Kupferelementen (3500), welche in reines Wasser eingetaucht werden, hergestellte galvanische Batterie von constanter Wirkung. *Gtl.*

Wasserbau (*construction hydraulique — hydraulic building*). Wasserbauliche Anlagen dienen hauptsächlich dem Verkehre, der Wasserversorgung, der Landwirthschaft und Industrie. Mit Rücksicht auf die Bestimmung dieses Lexicons sind vorzugsweise jene Baulichkeiten, welche für die Industrie von Wichtigkeit sind, ausführlicher behandelt. Auf eine Beschreibung der Meeresbauten wurde hier nicht eingegangen.

Wasserleitungen (*conduites d'eau — water-conduits*). Anlagen zur Leitung des Wassers kommen hauptsächlich zur Verwendung:

1. bei städtischen Wasserversorgungen, 2. bei städtischen Entwässerungen, 3. bei der Entwässerung und Bewässerung der Ländereien, 4. bei Flössereianlagen, 5. bei Nutzbarmachung der motorischen Kraft des Wassers.

Dieselben zerfallen in folgende Arten:

1. Unbedeckte Leitungen; hieher gehören hauptsächlich die in Erde ausgeführten Gräben, die mit Seitenmauern oder Holzwandungen versehenen offenen Canäle und die offenen Holzgerinne.

2. Bedeckte Leitungen mit offenem Wasserspiegel, die gewöhnlich gemauert und mit Gewölben versehen oder mit Platten überdeckt sind.

3. Rohrleitungen.

Gräben in Erde sind nur für gewisse Wasserzuleitungen geeignet. Sie dürfen keinen zu kleinen Querschnitt haben, damit weder durch Gras, noch durch Ablagerung von Sinkstoffen der Wasserlauf unterbrochen wird. Die Gräben haben gegenüber bedeckten und gemauerten Leitungen viele Nachtheile; sobald es sich um die Zuleitung bedeutender Wassermengen handelt, kommen sie indessen der geringeren Anlagekosten wegen häufig zur Anwendung; beispielsweise zur Speisung von Schiffahrtscanälen, für die Bewässerung der Ländereien und für industrielle Zwecke. Für die Wasserversorgung von Städten wird jedoch das zum Trinken und zu sonstigem häuslichen Gebrauche bestimmte Wasser sehr selten in Gräben geleitet.

Gemauerte und bedeckte Leitungen sind natürlich viel kostspieliger, dieselben sind jedoch von den Uebelständen der Gräben frei.

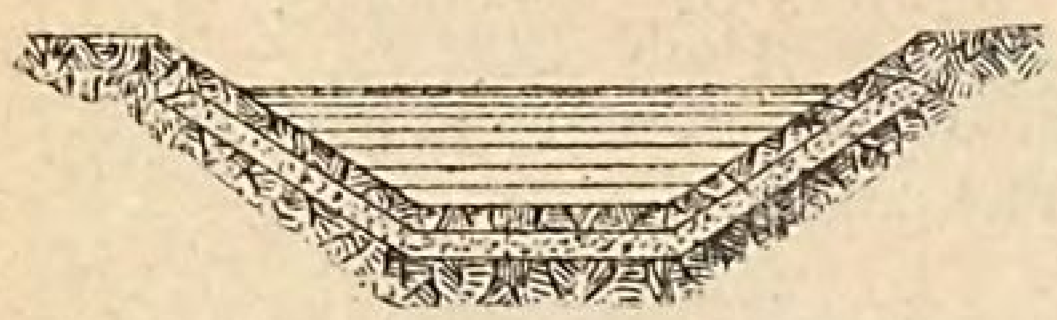
Billiger sind Rohrleitungen, diese gestatten jedoch nur einen kleinen Querschnitt und muss man bei Anwendung derselben mit grossen Gefällsverlusten rechnen. Unter sonst gleichen Verhältnissen wird man nur bei kleinen Querschnitten, dann in dem Falle, wo das Wasser künstlich zu heben ist, Rohrleitungen anwenden.

Bei Gräben muss eine Befestigung der Sohle und der Böschungen vorgenommen werden, falls sie durch Terrain von schlammiger Beschaffenheit führen, oder wenn ihr Gefälle so bedeutend ist, dass in Folge der sich hieraus ergebenden Geschwindigkeit die Wandungen vom Wasser angegriffen werden. Wird eine Befestigung der Wandungen durch Abpflastern vorgenommen, so können gleichzeitig die Böschungen geringer veranlagt werden; jedoch soll man dieselben selbst bei sorgfältiger Herstellung des Pflasters nicht steiler als $1 : {}^1/_2$ halten. Neben der Pflasterung muss ferner als einfaches Befestigungsmittel die Bekleidung mit Faschinen erwähnt werden.

Führen Gräben durch durchlässigen Boden, so müssen gewöhnlich besondere Vorkehrungen zur Dichtung getroffen werden. Insbesondere gilt dies bei reinem

oder mit wenig Lehm gemischten Sandboden. Erfolgreich erweist sich hier eine Dichtung der Wandungen mit Thonschlag; denselben legt man, damit er vor dem Einlassen des Wassers nicht zu trocken wird, 0·30ᵐ unter die Wandungen des Grabens (Fig. 5267). Ist die Leitung in zerklüftetem Fels eingeschnitten, so muss ebenfalls für eine entsprechende Dichtung Sorge getragen werden. Dieselbe lässt sich zuweilen durch Verstopfen der Risse mit hydraulischem Mörtel bewerkstelligen; führt dies nicht zum Ziele, so muss eine Ausmauerung des Profils vorgenommen werden.

Fig. 5267.



Leitungsgraben mit Thonschlag.

B e w e g u n g d e s W a s s e r s i n o f f e n e n L e i t u n g e n. In einem Profil einer Leitung ist die Geschwindigkeit der einzelnen Wasserfäden nicht überall die gleiche. Diejenigen Theilchen, welche dem benetzten Umfange näher sind, erfahren durch die Rauheit desselben eine grössere Verzögerung als die entfernteren.

Im Folgenden bezeichne F das Durchflussprofil, p den benetzten Umfang desselben und Q die in der Zeiteinheit abfliessende Wassermenge. Man nennt dann $\frac{F}{p} = R$ den mittleren Radius (Profilradius, hydraulische Tiefe), $\frac{Q}{F} = v$ die mittlere Profilgeschwindigkeit.

Soll das Wasser in einer Leitung die Sohle und die Wände nicht angreifen, so darf die Geschwindigkeit einen gewissen, durch die Erfahrung erhobenen Werth nicht überschreiten.

Hierüber gibt folgende Zusammenstellung Aufschluss:

Material	Geschwindigkeiten, wobei das Material aufhörte, mit fortgerissen zu werden
Brauner Töpferthon	0·081 *m* (3 Pariser Zoll)
Anisgrosse Sandkörner	0·108 „ (4 „ „)
Erbsengrösse	0·189 „ (7 „ „)
Bohnengrösse	0·325 „ (12 „ „)
Meergeschiebe von 0·027 *m* Durchmesser, abgerundet	0·650 „ (24 „ „)
Feuersteine, kantig von der Grösse der Hühnereier	0·975 „ (36 „ „)

Kennt man die mittlere Geschwindigkeit v, so erhält man durch Multiplication derselben mit F die Abflussmenge. Ist das relative Gefälle des Wasserspiegels (J), ferner F und p bekannt, so ergibt sich

$$v = c\sqrt{RJ} \qquad 1.$$

E y t e l w e i n nahm den Coëfficienten c constant und gleich 50·9 an. Die Untersuchungen von D a r c y und B a z i n zeigten jedoch, dass c im hohen Grade von der Rauheit des benetzten Umfanges und von R abhängig ist. Behufs Erlangung zuverlässiger Ergebnisse ist daher der Coëfficient c aus der auf die genannten Untersuchungen sich gründenden Formel von B a z i n oder von G a n g u i l l e t u. K u t t e r zu berechnen.*)

Häufig hat man es mit der Aufgabe zu thun, die Abmessungen einer Leitung zu berechnen. Es sei hier ein symmetrisch trapezförmiges Profil $ABDC$ vorausgesetzt (Fig. 5268).

Der Böschungswinkel φ ist zu wählen für:

	festes Moor	festen Klaiboden und dichte Erde	gewöhnliche Erde, weichen Klaiboden und weiches Moor	lockere Erde und Sand
$\varphi =$	63½	45	33½	26½—22 Grad
$cotg\ \varphi =$	½	1	1½	2—2½

Die Breite $b = AB$ ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$b = \sqrt[5]{\frac{N\left(1 + 2\mu\, tg\frac{\varphi}{2}\right)}{\mu^3\,(1 - \mu\, cotg\, \varphi)^3}} \qquad 2.$$

wobei $\mu = \frac{t}{b}$ und $N = \frac{Q^2}{c^2 J}$ ist.

Das günstigste Profil einer offenen Leitung ergibt sich aus der Betrachtung, dass diejenige Profilform am zweckmässigsten sein muss, welche der Bewegung des Wassers den ge-

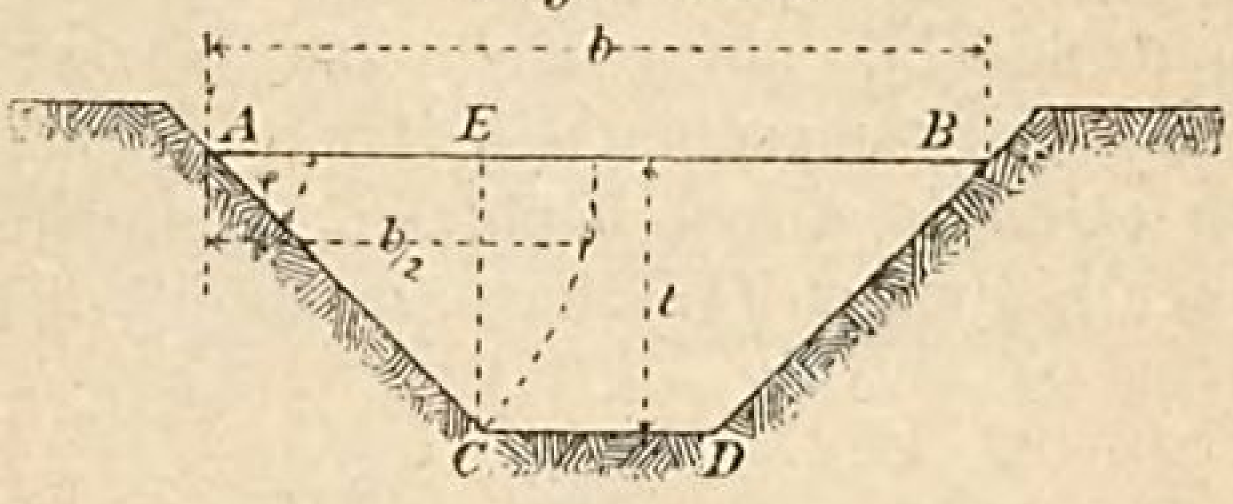
*) Siehe den Artikel „Wassermessung“.

ringsten Widerstand entgegensetzt. Weil jedoch der Widerstand dem benetzten Umfange proportional ist, so folgt daraus, dass letzterer für das günstigste Profil ein Minimum werden muss. Hiefür erhält man

$$t = \tfrac{1}{2}\, b \sin \varphi \quad \ldots \ldots \quad 3.$$

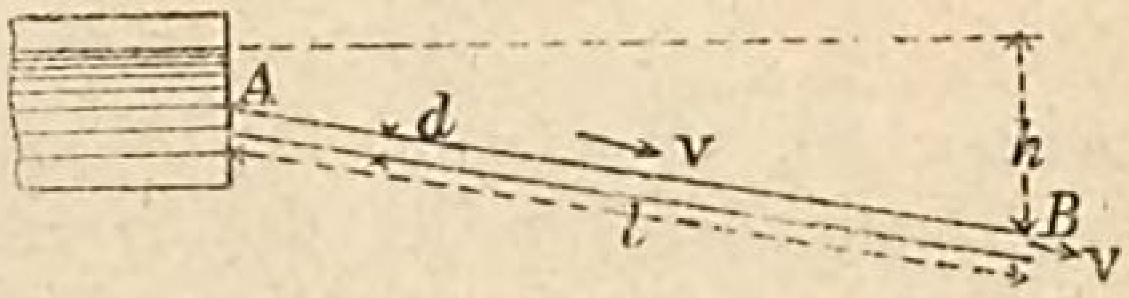
Für diesen Ausdruck ergibt sich folgende einfache Construction: Man beschreibt mit $\frac{b}{2}$ von A aus einen Kreisbogen, trägt in A den Böschungswinkel φ auf, so ist $CE = \tfrac{1}{2}\, b \sin \varphi$ (Fig. 5268).

Fig. 5268.



Bewegung des Wassers in Rohrleitungen. Dieselbe unterscheidet sich von der Bewegung des Wassers in offenen Leitungen dadurch, dass das Wasser von der Leitung rings umschlossen und folglich kein freier Wasserspiegel vorhanden ist; es ist demnach der benetzte Umfang gleich dem Umfange des Leitungsquerschnittes. Auch bei Rohrleitungen nimmt die Geschwindigkeit des Wassers vom Umfange gegen die Mitte zu; man muss daher auch hier eine mittlere Geschwindigkeit v einführen. Es sei der Fall betrachtet, das Wasser fliesse aus einem Behälter durch ein Rohr vom Durchmesser d und der Länge l ab (Fig. 5269); das Gewicht der Volumseinheit Wasser wäre γ, die wirksame Druckhöhe d. i. der Höhenunterschied zwischen dem Wasserspiegel im Behälter und dem Schwerpunkte der Ausflussöffnung sei h, so geht in Folge der Bewegungswiderstände die Widerstandshöhe

Fig. 5269.



$$\mathfrak{h} = \left(\zeta_0 + \zeta \frac{l}{d}\right) \frac{v^2}{2g} \quad \ldots \ldots \quad 4.$$

verloren. Dieselbe setzt sich zusammen aus der zur Bildung der Eintrittsgeschwindigkeit bei A erforderlichen Druckhöhe $\zeta_0 \frac{v^2}{2g}$ und aus der zur Bewegung des Wassers von A nach B nöthigen Druckhöhe $\zeta \frac{v^2}{2g} \frac{l}{d}$.

Es ist daher:

$$h = \frac{v^2}{2g} + \mathfrak{h} = \frac{v^2}{2g}\left(1 + \zeta_0 + \zeta \frac{l}{d}\right) \quad \ldots \ldots \quad 5.$$

Bei langen Leitungen ist $1 + \zeta_0$ (ζ_0 ist nach Weisbach gleich 0·5 zu setzen) gegen $\zeta \frac{l}{d}$ verhältnismässig sehr klein und kann vernachlässigt werden. Man erhält dann

$$h = \zeta \frac{v^2}{2g} \frac{l}{d} \quad \ldots \ldots \quad 6.$$

$$\text{und} \quad v = \sqrt{\frac{2gdh}{\zeta l}}; \quad \ldots \ldots \quad 7.$$

weil $Q = f v$ ist (f = Rohrquerschnitt), folgt

$$Q = 0{\cdot}785 \sqrt{\frac{2gd^5h}{\zeta l}} \quad \ldots \ldots \quad 8.$$

Gewöhnlich ist Q gegeben und d zu berechnen. Dann hat man

$$d = 0{\cdot}607 \sqrt[5]{\zeta \frac{Q^2 l}{h}} \quad \ldots \ldots \quad 9.$$

Nach Darcy ist

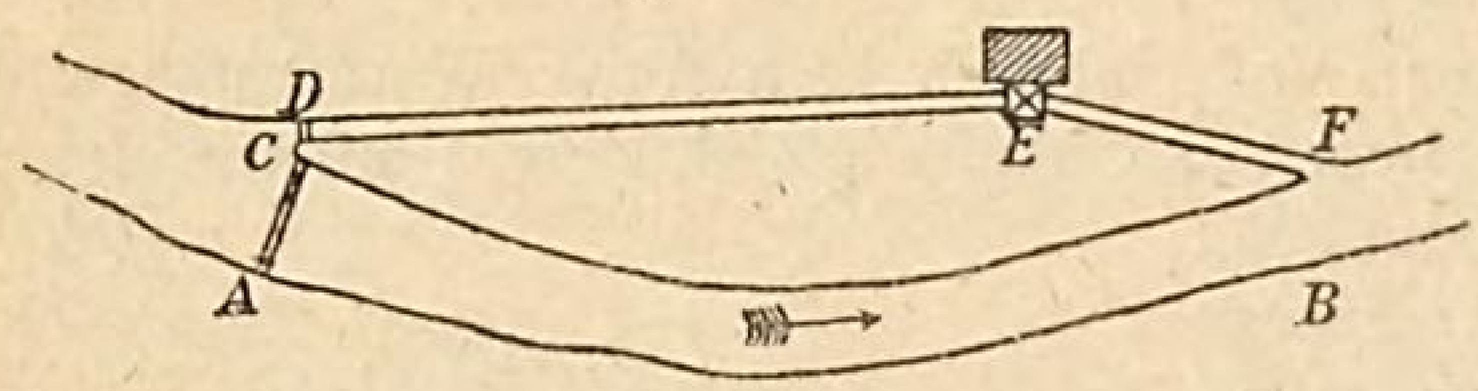
$$\zeta = 0{\cdot}0199 + \frac{0{\cdot}000508}{d} \quad \ldots \ldots \quad 10.$$

Für gewöhnliche Rohrleitungen kann man die Rohrweite aus folgender empirischer Formel berechnen, falls $v > 0·6^{m}$ ist:

$$d = 0·302 \sqrt[5]{\frac{Q^2 l}{h}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 11.$$

Zuführung des Wassers für den Betrieb von Kraftmaschinen (Wasserräder, Turbinen). Um die im Wasser enthaltene Arbeit in Betriebskraft umzuwandeln, muss man das Wasser zunächst auf die Receptoren der hydraulischen Kraftmaschinen leiten. Hiezu kann man jedoch sehr selten das natürliche Gefälle direct benützen, vielmehr muss man dasselbe durch Anlage künstlicher Leitungen (Werkcanäle, Mühlgräben) an einer bestimmten Stelle concentriren.

Fig. 5270.



In nebenstehender Figur 5270 ist eine solche Anlage schematisch dargestellt. $A\,B$ stelle eine Flusstrecke dar, E wäre der Punkt, in welchem das Gefälle von A nach B concentrirt werden soll. Die zu diesem Zwecke ausgeführte Leitung ist $C\,E\,F$, wobei zu bemerken ist, dass man den Strecken $C\,E$ und $E\,F$ nur ein kleines Gefälle gibt. Damit der Eintritt des Wassers aus dem Flusse in die Leitung regelmässig und in einer grösseren Menge erfolgt, ist es gewöhnlich nöthig, den Wasserspiegel des Flusses bei $A\,C$ durch Anlage eines Wehres zu heben, wodurch sich die Ausnützung des natürlichen Gefälles bis zur Stauweite (s. pag. 256) erstreckt. Ferner muss noch zur Regulirung des Wasserzuflusses am Anfange der Leitung $C\,E$ in $D\,C$ ein bewegliches Wehr angeordnet werden; ausserdem ist zwischen C und E eine Schleuse nothwendig, durch welche das überschüssige Wasser in einen Leercanal abgeleitet wird.

Selbstverständlich sind Flusstrecken, welche ein bedeutendes Gefälle haben, zur Anlage von solchen Leitungen am geeignetsten, weil letztere dann verhältnissmässig kurz ausfallen.

Werden derlei Leitungen in Erde ausgeführt, so ist ein trapezförmiges, bei Ausführung in Holz oder Mauerwerk ein rechteckiges Profil zu wählen.

Zuführung des Wassers für städtische Wasserversorgungen. Wenn die Bezugsstelle (Ort der Wasserentnahme) genügend hoch über der Verbrauchsstelle (Ort der Wasservertheilung, Hochreservoir) liegt, so können Gräben, bedeckte und Rohrleitungen angewendet werden. Die Hebung des Wassers muss jedoch durch eine Rohrleitung geschehen, wenn die Bezugsstelle nicht genügend hoch über der Verbrauchsstelle, oder gar tiefer als letztere liegt. Es heisst dann jener Theil der Leitung, welcher vom Ort der Wasserentnahme zur Wasserhebungsanlage führt, die Saugleitung — und jener Theil zwischen der Wasserhebungsanlage und dem Punkte der Wasservertheilung, Druckleitung.

Leitet man das Wasser mit natürlichem Gefälle nach der Stadt, so hat das Gefälle wo möglich nicht über 1 : 250 und nicht unter 1 : 10000 zu betragen.

Bezüglich der überwölbten Leitungen ist zu bemerken, dass dieselben oben eine wasserdichte Abdeckung erhalten müssen, welche entweder aus 15^{cm} starkem Thonschlag oder einer 2^{cm} starken Cementschichte, oder endlich aus einer 15^{mm} starken Schichte Asphalt bestehen kann. Zum Schutze vor Frost und Hitze muss über der Leitung eine Erdschichte von mindestens 1^{m} Höhe vorhanden sein. Durch Gebirge führt man offene Leitungen mittelst Stollen; über Thäler können dieselben mittelst Brücken, welche man in diesem Falle Aquaducte nennt, geführt werden Da solche Brücken jedoch kostspielige Anlagen sind, stellt man manchmal die Verbindung der durch ein Thal unterbrochenen Leitungstheile durch Siphons her. Dieselben bestehen aus gusseisernen Röhren, welche entsprechend tief eingegraben werden. Der Druck, welcher durch die Senkung der Rohrleitung zur

Sohle des Thales entsteht, treibt das Wasser im aufsteigenden Schenkel wieder empor.

Begehbare und schlupfbare Leitungen erhalten in Entfernungen von etwa 300^m Einsteigschächte; ferner bringt man bei langen Leitungen in Entfernungen von etwa 2 *km* Ventilationsthürmchen an.

Wird das Wasser mittelst einer Rohrleitung gehoben, so folgt man gewöhnlich den vorhandenen Gefällsverhältnissen des Terrains, nur hat man Krümmungen möglichst zu vermeiden, da deren Passirung mit Gefällsverlusten bedingt ist.

Für die Saugleitung ist, wenn deren Länge über 16^m und der Hub über 6^m beträgt, ein Windkessel nöthig, dessen Inhalt der Wassermenge pro Minute gleich ist; für die Druckleitung ist jedoch ein solcher von doppeltem Inhalte anzuordnen. In der Nähe der Wasserhebungsanlage ist die Saugleitung durch einen Absperrschieber verschliessbar zu machen, und zunächst der Bezugsstelle ist ein Klappenventil anzubringen; ebenso ist an der Anschlusstelle der Druckleitung an den Windkessel ein Klappventil herzustellen. Kommen in der Druckleitung Hebungen und Senkungen vor, so ist an jeder höchsten Stelle, ferner vor dem Eintritt der Leitung in das Reservoir ein Luftauslass anzubringen.

Literatur: Darcy. Rapport sur un mémoire sur des recherches expérimentales rélatives aux mouvements des eaux dans les tuyaux. Comptes rendus. 1854.

Dupuit. Traité théorique et pratique de la conduite et de la distribution des eaux. Paris 1865.

Weisbach. Ingenieurmechanik. 5. Auflage. Braunschweig 1875.

Rühlmann. Hydromechanik. 2. Aufl. Hannover 1880.

Wasserversorgung von Städten (*alimentation en eau des villes* — *water supply of towns*).

a) Vorbemerkungen. Wasserverbrauch in Wohnungen und Städten. Nach Bürkli's Vorgang ist es am zweckmässigsten, das durch ein Wasserwerk zu liefernde Wasser zu theilen in:

α) Wasser für die häuslichen Bedürfnisse (Trinken, Kochen, Waschen, Baden, Spülen der Closets u. s. w.).

β) Fabrikswasser.

γ) Wasser für öffentliche Zwecke (Besprengen der Strassen, Speisen der öffentlichen Brunnen, Feuerlöschen).

Auf Grund der namentlich in England gemachten Erfahrungen empfiehlt es sich, für häusliche Bedürfnisse einen Betrag von 70 *l* per Kopf und Tag anzusetzen und eine mögliche Steigerung des Quantums auf 120 *l* in Aussicht zu nehmen. Hievon bildet das Trinkwasser nur einen geringen Bruchtheil, indem es etwa $1^1/_2$—2 *l* pro Kopf und Tag beträgt.

Bezüglich des Wasserverbrauches in Fabriken ist es am sichersten denselben direct zu ermitteln und ebenfalls eine Steigerung des Verbrauches in Aussicht zu nehmen.

Was das Besprengen der Strassen anbelangt, so ergaben Versuche in Wien und Paris, dass zu einem einmaligen Begiessen 1 *l* pro *qm* erforderlich ist. Nach Darcy kann angenommen werden, dass bei dicht bevölkerten Stadttheilen 0·5, bei gewöhnlichen Städten 1^m Strassenlänge auf einen Einwohner kommt.

Werden keine öffentlichen Brunnen angelegt, so muss man das zum Feuerlöschen nöthige Wasser besonders in Rechnung ziehen.

Man darf ferner nicht ausser Acht lassen, dass der Bedarf in einzelnen Monaten, insbesondere in der heissen Jahreszeit, das mittlere Monatsquantum erheblich übersteigt; ebenso gilt dies von den einzelnen Tagen des Monates und den verschiedenen Tagesstunden. Es wird also erforderlich sein, entweder die Anlage so einzurichten, dass das Maximum des Bedarfes regelmässig zugeführt wird, oder Reservoire anzulegen.

Qualität des Wassers. Die Bedingungen, denen das Wasser in Bezug auf die Qualität zu genügen hat, beziehen sich auf seine Temperatur und auf seine Reinheit.

Die Temperatur kommt namentlich bei Trinkwasser in Frage; die entsprechendste ist etwa 7—9° C.

Rein muss das Wasser sowohl in mechanischer als auch in chemischer Beziehung sein. Von den mechanisch beigemengten Stoffen lässt sich das Wasser fast immer auf dem Wege der Filtration befreien. Was die Reinheit in chemischer Hinsicht anbelangt, so ist hierüber zu bemerken, dass ein gewisses Mass von mineralischen Stoffen, namentlich kohlensaurer Kalk nicht schädlich ist, dagegen organische Stoffe schon in geringen Mengen nachtheilig wirken. Der Gehalt des Wassers an Kalk und Magnesia wird nach Härtegraden angegeben, d. h. man gibt die Gewichtstheile an, welche in 100.000 Gewichtstheilen Wasser enthalten sind. Wasser von 18 Grad Härte ist noch für alle Gewerbe verwendbar; Trinkwasser kann bis 25 Grad Härte haben.

Entnahme des Wassers. Gutes Quellwasser wird selbst aus bedeutenden Entfernungen in Folge seiner Vorzüge herbeigeführt.

Der Quellwasserversorgung ähnlich ist das für viele englische Städte angewendete Versorgungssystem, welches darin besteht, dass oberhalb der Stadt die Quellen in grossen Sammelteichen aufgefangen werden.

In ebenen Gegenden muss man meist das Wasser aus den offenen Wasserläufen beziehen. Es wird dann nöthig sein, das Wasser von den verunreinigenden Stoffen zu befreien; indessen werden gewöhnlich nur die mechanischen Mittel der Ablagerung und Filtration angewendet, welche das Wasser jedoch keineswegs chemisch reinigen.

Um das Flusswasser zu reinigen, müssen kostspielige Filteranlagen hergestellt werden; es wird deshalb in neuerer Zeit häufig die sogenannte natürliche Filtration zur Anwendung gebracht, indem der kies- und sandhältige Untergrund in der Nähe des Flusses als Filter benützt wird.

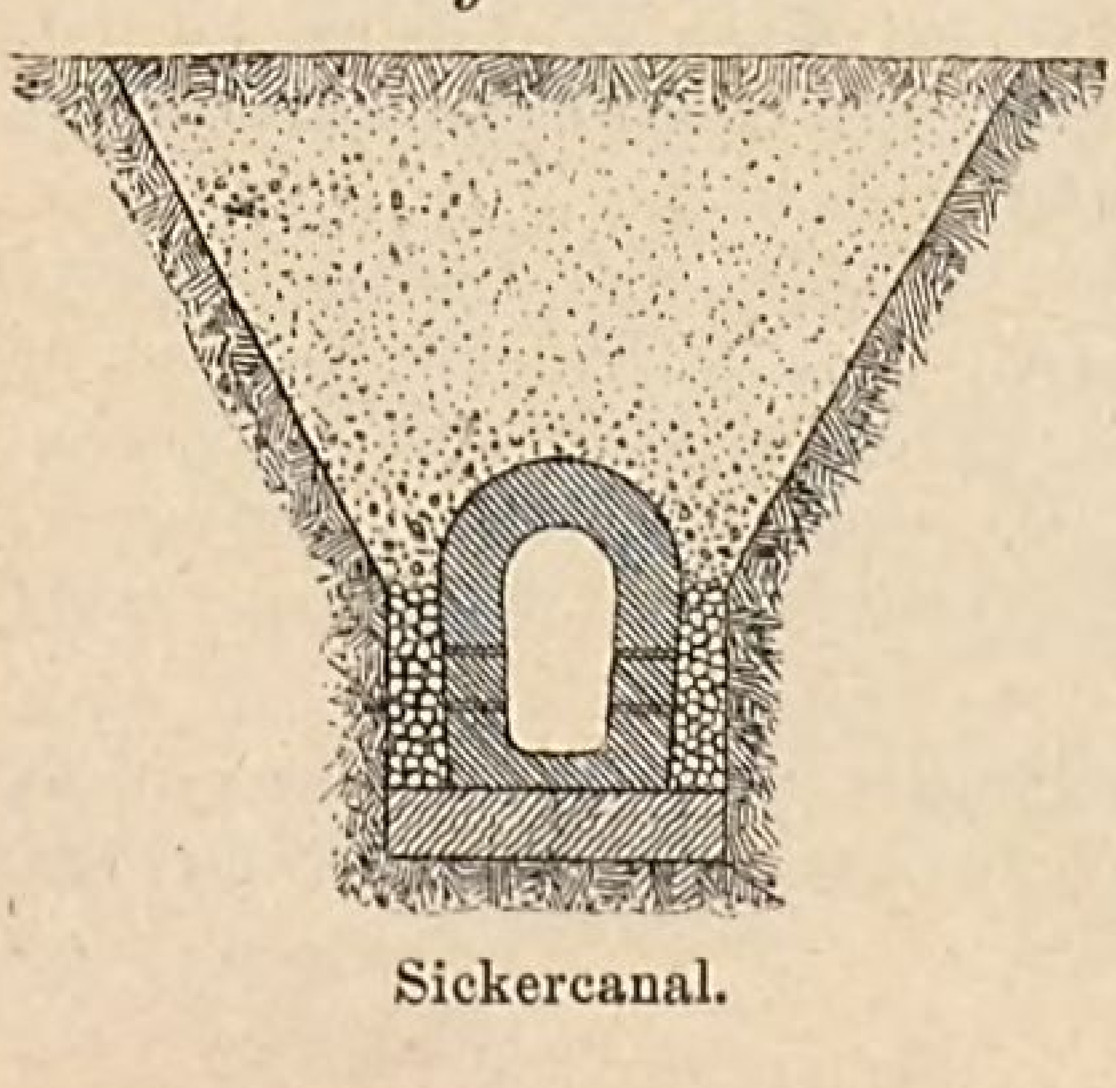
Sind nicht sehr bedeutende Wassermengen erforderlich, so wendet man mit Vorliebe die Versorgung mit Grundwasser an.

b) Anlagen zur Gewinnung des Wassers. Je nachdem das Wasser oberirdisch in geschlossenen Mengen vorkommt oder unterirdisch den Erdboden durchzieht, ist die Gewinnung eine verschiedene. Im ersten Falle braucht man blos Bauten herzustellen, welche den fliessenden oder stehenden Gewässern einen Theil ihres Wassers entziehen; im zweiten Falle müssen aber besondere Vorkehrungen zur Sammlung getroffen werden. Hieher gehören die Sammelgräben, ferner die unterirdischen Sammelanlagen (Sammelcanäle, Sammelbrunnen, Sammelrohre).

Brunnenstuben. Dies sind Behälter, welche das Wasser von zu Tage tretenden Quellen sammeln. Grössere Anlagen dieser Art nennt man auch Wasserschlösser. (Wasserschloss Kaiserbrunn und Stixenstein der Wiener Hochquellenleitung.)

Sickercanäle und Sammelcanäle mit geschlossenem Boden. Dieselben dienen zur Sammlung von Quell- und Grundwasser. Solche Sammelcanäle von kleinem Profil erhält man durch Anwendung der gewöhnlichen Filterröhren aus Thon, welche 80—100mm Durchmesser haben und deren obere Hälfte mit zahlreichen runden Löchern versehen ist. Ein grösseres Profil eines Sammelcanales ist in Fig. 5271 dargestellt; die Sohle ist wasserdicht, die Seitenwände sind zum Theile mit offenen Fugen gemauert. Bis zum Kämpfer ist feiner Steinschlag angeordnet. Hauptsammelcanäle sollen gewöhnlich behufs Revision und Reinigung zugänglich sein. Man gibt ihnen daher eine lichte Weite von 0·6m und eine lichte Höhe von 0·9m.

Fig. 5271.

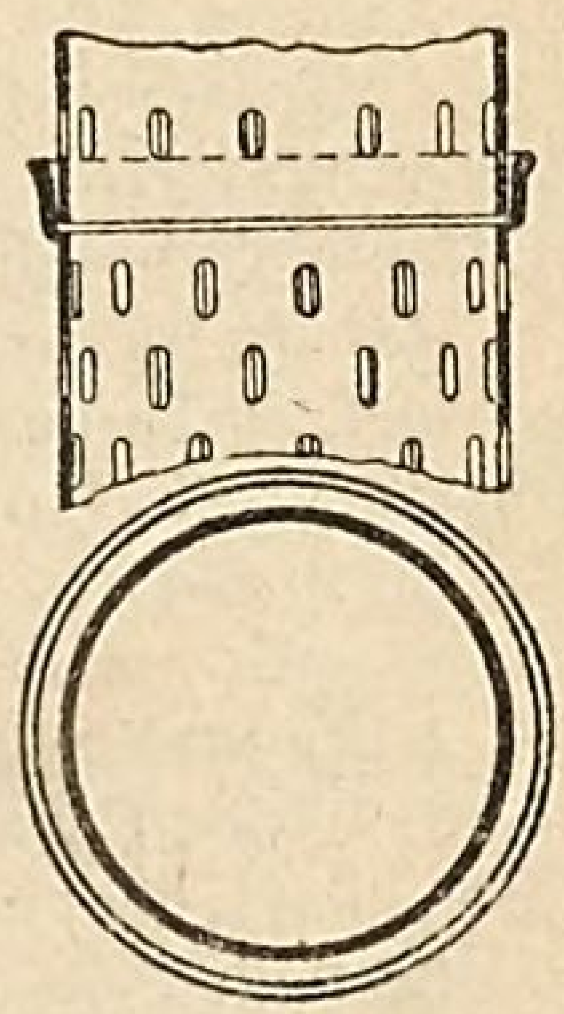


Sickercanal.

S a m m e l b r u n n e n. Die Ansammlung des Wassers geschieht dadurch, dass aus den Zwischenräumen des Grundwasser führenden Bodens Wasser in den Brunnen eindringt, sobald man den Wasserspiegel in demselben auf künstliche Weise senkt. Diese Brunnen werden gewöhnlich cylindrisch angelegt und wird zur Herstellung derselben vorzüglich Backsteinmauerwerk verwendet. In neuerer Zeit hat man häufig Brunnen mit durchlässigem Mantel in Anwendung gebracht.

S a m m e l c a n ä l e m i t o f f e n e m B o d e n. Ist in den Kieslagern, welche in der Nähe der Flüsse vorkommen, in nicht zu grosser Tiefe brauchbares Wasser vorhanden, so kann man Sammelcanäle mit offenem Boden anlegen, welche in ihrer Wirkung den Brunnen ähnlich sind. Legt man diese Canäle jedoch zu nahe am Ufer an, so erhält man anstatt Grundwasser blos filtrirtes Flusswasser, welches weder die niedere Temperatur, noch die Reinheit des ersteren hat. Diese Canäle müssen demzufolge ziemlich tief unter dem Niederwasser des Flusses angelegt werden und sollen im Allgemeinen kein filtrirtes Flusswasser, sondern Grundwasser liefern.

Fig. 5272.



S a m m e l r ö h r e n. Obzwar die erwähnten Sammelcanäle mit offenem Boden fast allen Bedingungen entsprechen, welche an gute Wassersammler gestellt werden, ist ihre Herstellung doch ziemlich kostspielig. Man wendet daher in neuerer Zeit vielfach Sammelröhren an, welche bei geringen Kosten dieselben Dienste leisten.

Die Sammelröhren sind vorzugsweise von S a l b a c h ausgebildet worden. Beim Wasserwerk für die Stadt Halle sind Thonröhren zur Anwendung gekommen, welche 47^{cm} Durchmesser haben, innen und aussen glasirt und mit 8^{mm} weiten Löchern versehen sind.

Für Dresden hat man die Sammelröhren aus Gusseisen hergestellt und asphaltirt; die einzelnen Stücke haben 3^{m} Länge und besitzen am Umfange 1^{cm} weite Schlitze (Fig. 5272).

c) A n l a g e n z u r R e i n i g u n g d e s W a s s e r s.

Für den gewöhnlichen Gebrauch hat das aus den Sammelbrunnen und Sammelcanälen gewonnene Wasser eine hinlängliche Reinheit. Wird hingegen das Wasser direct aus den Flüssen oder Sammelteichen entnommen, so muss dasselbe meist gereinigt werden, bevor es den Wohnungen zugeführt wird. An dieser Stelle haben wir es nur mit der Reinigung des Wassers durch Ablagerung, durch Siebe und durch Filtration zu thun.

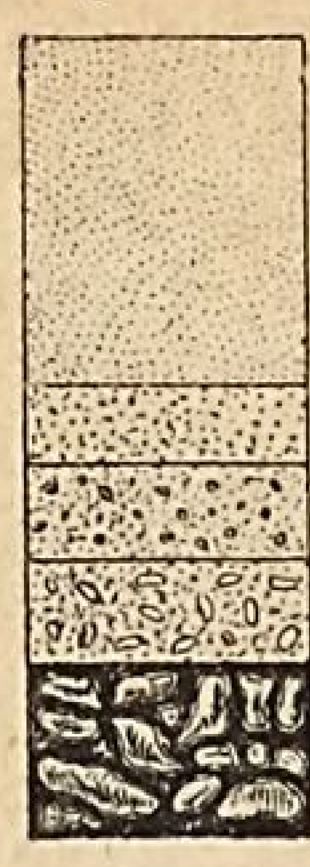
R e i n i g u n g d e s W a s s e r s d u r c h A b l a g e r u n g. Durch Ablagerung pflegt man nur die gröberen Stoffe aus dem Wasser zu entfernen. Sammelteiche bewirken die Ablagerung ohne Weiteres.

Ablagerungsbassins werden mindestens zu zweien angelegt, damit in einem das Wasser ruhig stehen kann, während aus dem anderen die Filter gespeist werden. Die Wassertiefe in denselben wird gewöhnlich zu $3—4^{m}$ angenommen, um das Wasser im Sommer möglichst kühl zu erhalten.

B l e c h- u n d D r a h t s i e b e. Die Siebe werden oft aus Kupferblech oder besser als feines Gewebe aus Kupferdraht erzeugt. Dieselben haben den Vortheil, dass man sie vertical und in beliebiger Tiefe anbringen kann, so dass es nicht nöthig ist, besondere Anlagen zum Filtriren zu erbauen.

S a n d f i l t e r. Eine vollkommenere Reinigung als die Siebe bewirken die Sandfilter. Das eigentliche Filterbett besteht aus reinem, feinem Sande, dessen Korn etwa $^{1}/_{3}—1^{mm}$ im Durchmesser haben soll. Die Mächtigkeit der Filterschichte nimmt man etwa zu $0{\cdot}5—1^{m}$ an und soll die über dem Filtersande stehende Wasserschichte wenigstens $0{\cdot}6^{m}$ Tiefe besitzen; man findet indess auch Wassertiefen von 2^{m}.

Fig. 5273.



a
b
c
d
e

Im Boden des Filterbassins wird gewöhnlich ein Netz von kleinen, in einem Abstande von etwa 3^m angebrachten Canälen angelegt, welche das Wasser in einen Hauptsammelcanal abführen. Zwischen diesen Canälen und dem Filterbett müssen Schichten von zunehmender Feinheit vorhanden sein. Beispielsweise ist in Fig. 5273 die Anordnung bei den Londoner Wasserwerken gezeichnet.

Es bezeichnet:

a) das Filterbett aus feinem Sande, 75^{cm} mächtig, *b*) eine Lage „Hogginsand", 15^{cm} stark, *c*) eine Lage feinen Kies, 22^{cm} stark, *d*) eine Lage groben Kies, ebenso stark, *e*) eine Lage Steine, 30^{cm} stark.

Die Filteranlagen sind gewöhnlich von so bedeutender Ausdehnung, dass man eine Ueberdachung derselben des Kostenpunktes wegen nicht vornimmt.

d) Anlagen zur Aufspeicherung des Wassers (Reservoire). Diese Anlagen sind ein unentbehrlicher Bestandtheil jedes Wasserwerkes, da man bei der Veränderlichkeit des Verbrauches und den Schwankungen in der Ergiebigkeit der Wassersammler nur eine rationelle Versorgung mittelst Aufspeicherung des Wassers vornehmen kann.

Reservoire werden jedoch auch bei anderen Ausführungen des Wasserbaues verwendet, insbesondere gilt dies von den Sammelteichen, welche auch der Landwirthschaft, der Industrie und dem Verkehre dienen.

In Bezug auf das verwendete Materiale unterscheidet man gegrabene, gemauerte und eiserne Reservoire.

Jenes Reservoir, welches an der Grenze zwischen Wasserleitung und Wasservertheilung liegt und eine bestimmte Höhe nöthig hat, um die zu versorgende Stadt beherrschen zu können, nennt man „Hochreservoir".

Bezüglich der Verwendung theilen sich die Reservoire in:

1. Hausreservoire, 2. Hauptreservoire, 3. Reservoire zum Reinigen des Wassers 4. Massenreservoire (Sammelteiche), 5. Reservoire für besondere Zwecke (Vertheilungsreservoire, Gegenreservoire).

Hausreservoire kommen hauptsächlich bei dem sogenannten „intermittirenden System" der Wasserzuführung in Anwendung (England).

Zu den Hausreservoiren gehören auch die Regenwassercisternen.

Die Hauptreservoire sind gewöhnlich identisch mit den Hochreservoiren. Dieselben werden in der Regel aus Mauerwerk und überwölbt hergestellt; letzteres ist nöthig, um das Wasser frisch und rein zu erhalten. Der Cubikinhalt des Reservoirs muss in Folge der Schwankungen im Wasserconsum wenigstens 25 Proc. des durchschnittlichen Tagesverbrauches ausmachen, ausserdem muss noch auf ein angemessenes Quantum für Feuerlöschzwecke Rücksicht genommen werden. Hat man es jedoch, wie häufig bei Quellwasserversorgungen, mit langen Leitungen zu thun, so muss das Reservoir mindestens 50 Proc. des Tagesverbrauches fassen.

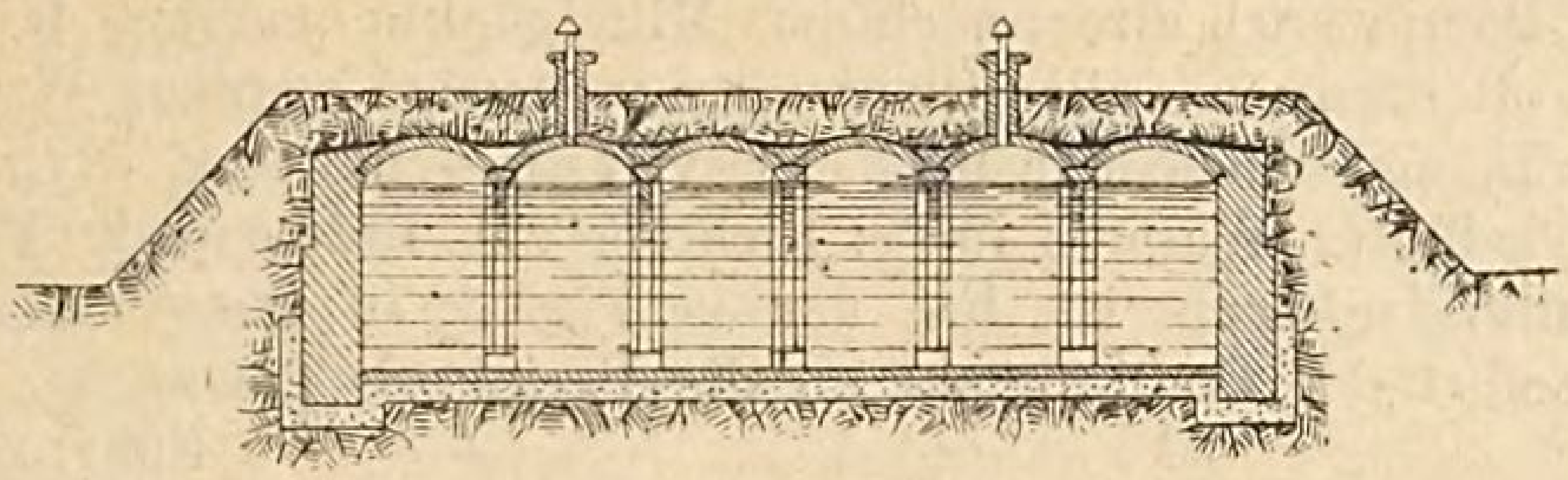
Bezüglich der Reservoire, welche zum Reinigen des Wassers dienen, wird auf früher Gesagtes verwiesen.

Die Versorgung mittelst Massenreservoiren oder Sammelteichen gestattet die Aufspeicherung sehr bedeutender Wassermassen und ist daher in dieser Hinsicht der Versorgung mit Quellwasser überlegen.

Gemauerten Reservoiren gibt man gewöhnlich eine quadratische oder rechteckige Grundform. Das Mauerwerk muss wasserdicht sein; dies kann nur erzielt werden, wenn die Fugen mit hydraulischem Mörtel vollständig ausgefüllt werden. Bruchsteinmauerwerk lässt sich leicht in grösseren Massen wasserdicht herstellen, ebenso ist Beton zu Reservoiranlage sehr gut geeignet. Die Ueberwölbung rechteckiger gemauerter Reservoire erfolgt gewöhnlich mittelst einer Reihe von Tonnen-

gewölben, zwischen welchen Gurtbogen gespannt sind (Fig. 5274). Ueber den Gewölben muss eine wasserdichte Abdeckung vorhanden sein, auf welche die etwa 0·8^m starke Erdschichte aufzuschütten kommt. Der Boden der überwölbten

Fig. 5274.



Reservoire wird aus einer 0·3—0·5^m starken, mit Backsteinen bedeckten Betonschichte gebildet. Damit die Luft aus dem Reservoire entweichen kann, muss ein Schlauch im Gewölbe angebracht werden; selbstverständlich ist auch für eine Einsteigöffnung Sorge zu tragen.

Eiserne Reservoire erhalten gewöhnlich eine annähernd halbkugelförmige oder eine cylindrische Form. Als Material wendet man hauptsächlich in neuerer Zeit Eisenblech an. Bei schmiedeisernen Behältern müssen die genieteten Fugen noch verstemmt werden, um Wasserdichtigkeit zu erhalten.

Die Stellen, wo Sammelteiche angelegt werden, sollen einen wasserundurchlässigen Untergrund haben. Den Abschluss für die Sammelteiche kann man entweder als Damm oder als Mauer ausführen und ist hiezu eine möglichst enge Stelle des Thales aufzusuchen.

Ist der Damm aus reiner gleichmässiger Erde ausgeführt, so besitzt derselbe ohne Weiteres die nöthige Wasserdichtigkeit. An der Wasserseite müssen die Böschungen etwa 2—3füssig angeordnet werden. In England wird häufig in der Erdmasse noch ein mauerartiger Körper aus Thonschlag (*puddle*) hergestellt, um den Damm vollständig wasserdicht zu machen.

e) Die Regulirung der Wassermenge und die Anlagen zur Wasservertheilung. Bei einer vollkommenen Anlage hat man es mit zwei Regulirungen zu thun; erstens mit der jährlichen durch das Wasserreservoir, welches entweder künstlich angelegt werden muss, oder welches als See, Grundwasserbassin, wasserführende Schichte des Quellengebietes vorhanden ist; ferner mit der täglichen Regulirung durch das Hochreservoir.

Am vortheilhaftesten ist es, das Hochreservoir möglichst nahe an der Verbrauchsstelle anzulegen.

Bezüglich der Abgabe des Wassers an die Consumenten unterscheidet man drei Methoden:

1. Die Entnahme des Wassers kann jederzeit nach Bedarf stattfinden (System der unbeschränkten Entnahme).

2. Man lässt das Wasser an der Verbrauchsstelle durch eine Mündung von bestimmtem Querschnitte fortwährend ausfliessen (Continuirliches System).

3. Man führt den Consumenten alltäglich nur zu gewissen Stunden ein bestimmtes Quantum zu (Intermittirendes System).

Bei der unbeschränkten Entnahme sind an der Verbrauchsstelle Ventile angeordnet, welche beliebig geöffnet werden können und deren Grösse so bemessen wird, dass man die im Laufe des Tages nöthigen Quantitäten in verhältnissmässig kurzer Zeit erhalten kann. Dieses System entspricht den Bedürfnissen am besten, weshalb es namentlich in Deutschland überall eingeführt worden ist.

Beim continuirlichen System, welches in Frankreich sehr verbreitet ist, werden die Ausflussöffnungen durch Aichhähne gebildet. Die Füllung geht hier viel langsamer von Statten wie beim ersten System, weshalb bei dieser Art Versorgung Hausreservoire angelegt werden.

In England wird besonders das intermittirende System in Anwendung gebracht. Selbstverständlich müssen hiebei an den Verbrauchsstellen Reservoire vorhanden sein.

Die Anordnung des Rohrnetzes. Man kann das Hauptrohr von dem Punkte, von welchem aus die Versorgung der Stadt mit Wasser zu erfolgen hat (Hochreservoir, Pumpwerk), direct nach dem Mittelpunkte der Stadt führen; von hier aus können die Röhren nach allen Richtungen verzweigt werden. Wir erhalten hiedurch jene Anordnung, welche man Radialsystem nennt (Fig. 5275). Hier bewegt sich also ein Theil des Wassers in der Richtung zur Bezugsquelle hin. Der hiemit verbundene Materialaufwand ist bei der in Fig. 5276 gezeichneten Anordnung vermieden, woselbst der Centralpunkt an die Peripherie gelegt ist.

Fig. 5275.

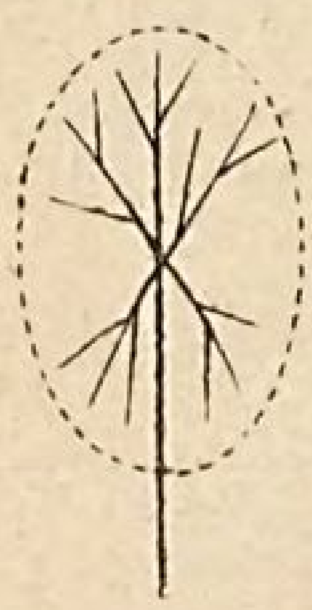


Fig. 5276.

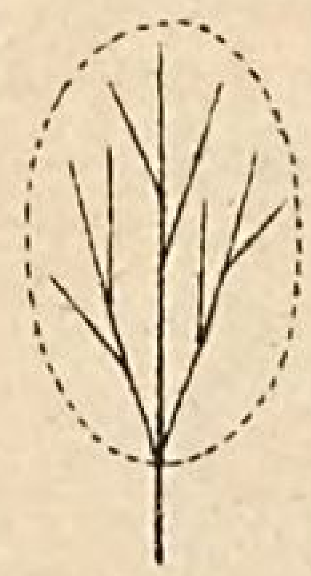


Fig. 5277.

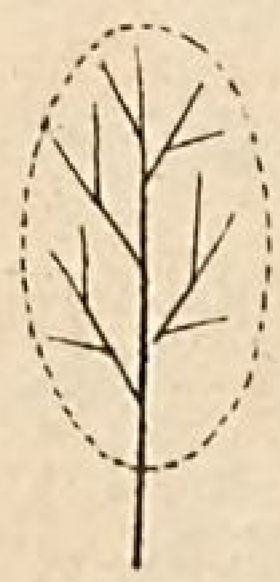
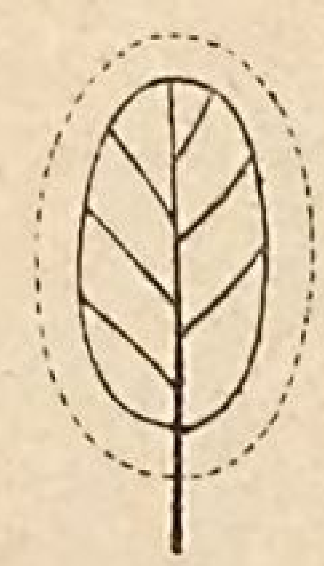


Fig. 5278.



Führt man die Anordnung des Rohrnetzes nach dem in Fig. 5277 gezeichneten Verästelungssystem aus, so entsteht der Nachtheil, dass bei einer Unterbrechung im Hauptrohre für alle weiteren Stadttheile der Wasserzufluss aufhört. Hier werden auch, hervorgerufen durch die Unregelmässigkeiten im Verbrauche, grössere Schwankungen auftreten als beim Radialsystem, wo ein Ausgleich des Druckes im Centralpunkte erfolgt.

In neuerer Zeit wendet man jedoch fast allgemein das in Figur 5278 schematisch dargestellte Circulationssystem an, welches noch eine peripherische Leitung besitzt. Hiedurch gewinnt man den Vortheil, dass infolge der doppelten Verbindung aller Leitungen unter einander die Abflussstellen das Wasser abwechselnd von zwei Seiten erhalten können und dass der Abschluss einer Strecke den Betrieb in den übrigen Theilen nicht stört.

Druckzonen. Was die Anordnungen bei der Anlage einer Leitung anbelangt, welche durch die gewöhnlich vorhandenen Terrainunterschiede bedingt werden, soll zuerst der einfachere Fall, nämlich die Zuleitung mit natürlichem Gefälle, besprochen werden. Es handelt sich darum, während des Betriebes an den Verbrauchsstellen eine möglichst gleiche Druckhöhe zu erhalten. Die schraffirte Fläche (Fig. 5279) soll die Ausdehnung der zu versorgenden Ortschaft versinnbildlichen; dieselbe liegt also auf einer Abdachung. Das Hochreservoir wäre in *A*. Um bei grossem Verbrauche in der Unterstadt den Wasserzufluss für die Oberstadt zu sichern, kann es zweckmässig sein, beide Stadttheile mit besonderen Hauptleitungen zu versehen. Die auf diese Weise entstandenen Versorgungsgebiete I und II nennt man Oberzone und Unterzone.

Fig. 5279.

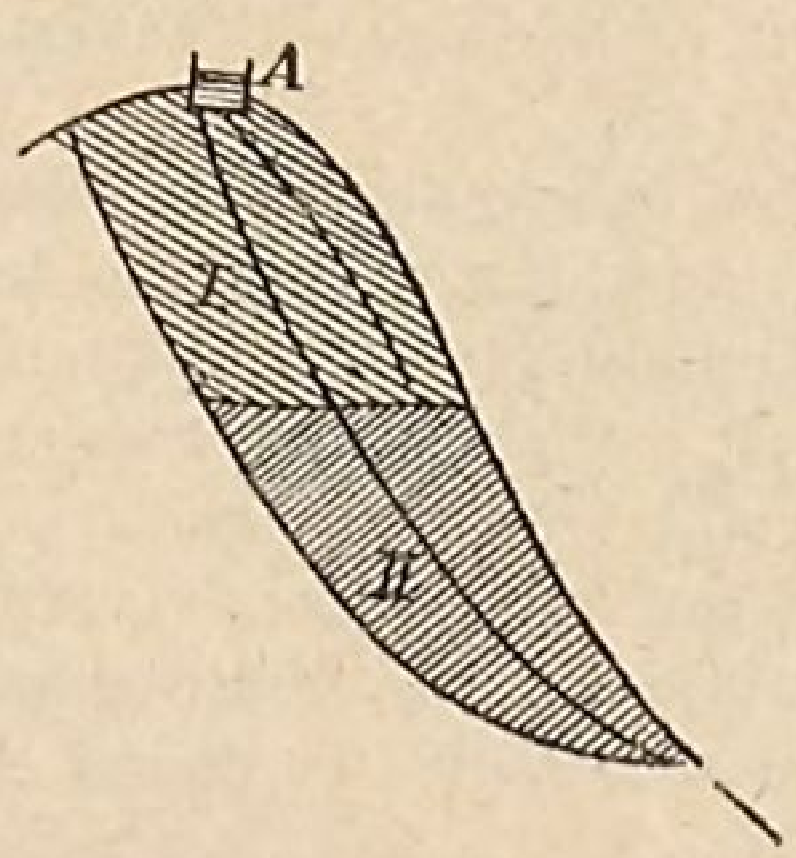
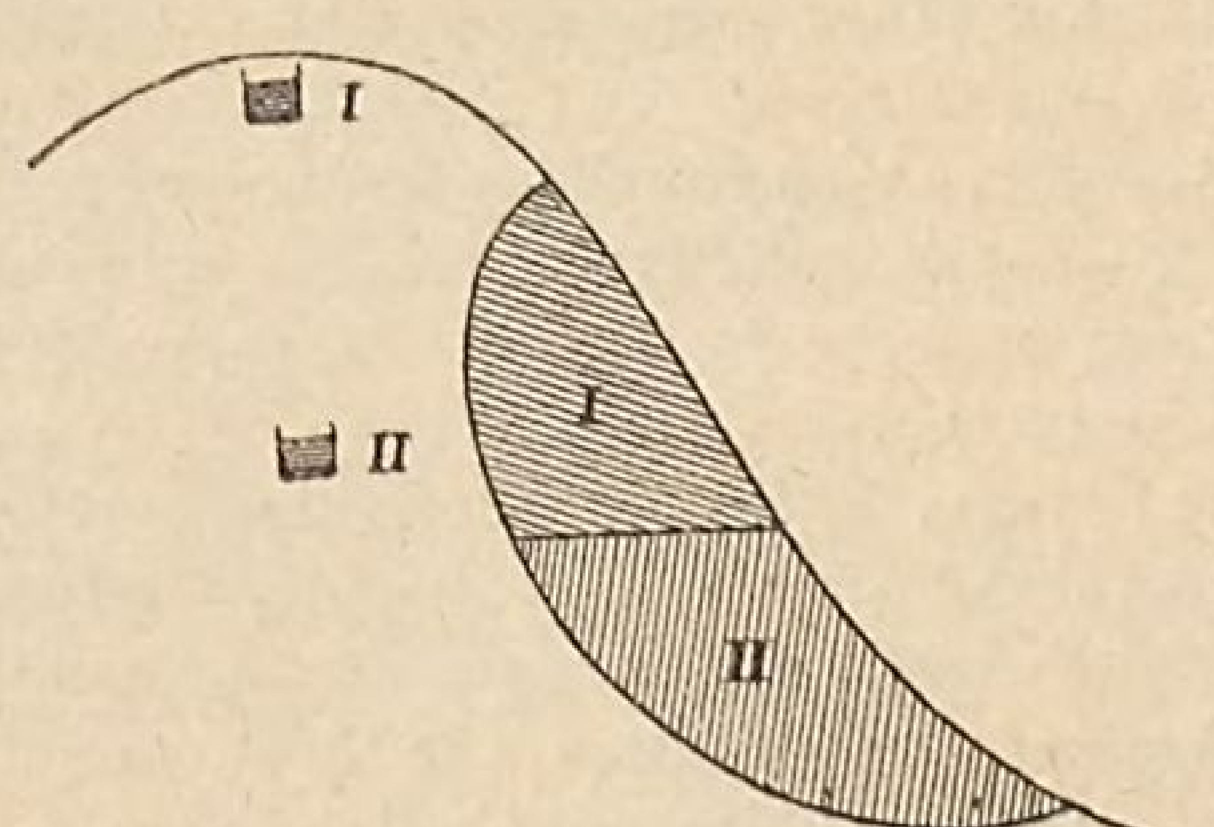


Fig. 5280.



Um zu starke Pressungen und den in Folge dessen bedingten Materialaufwand für die Rohre zu vermeiden, kann es erwünscht sein, mehrere Bezugsstellen anzuordnen. Beispielsweise sind in Fig. 5280 die Hochreservoire I und II angelegt, welche die bezüglichen Zonen I und II versorgen.

Haben wir es mit Pumpenbetrieb zu thun, so kann man bei der Beschickung des Wassers ebenfalls in Druckzonen vorgehen, um nicht sämmtliches Wasser auf den höchsten Punkt heben zu müssen. Wendet man, wie bei kleineren Anlagen, nur eine Pumpe an, so ist für jede Zone ein Reservoir nöthig; die Füllung desselben geschieht abwechselnd. Um ein Zersprengen der Leitung hintanzuhalten, falls die Reservoire geschlossen sind, ordnet man ein Standrohr D an, aus welchem das Wasser abfliessen kann (Fig. 5281). Besser ist es, bei dieser Einrichtung mit blos einer Pumpe 2 Steigrohre anzuwenden (Fig. 5282). Die Schieber C_1 und C_2 können dann im Maschinenhause selbst gestellt werden.

Fig. 5281.

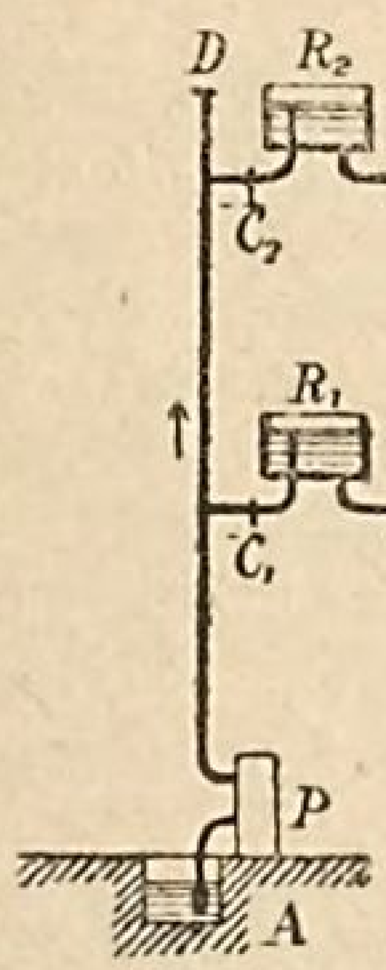


Fig. 5282.

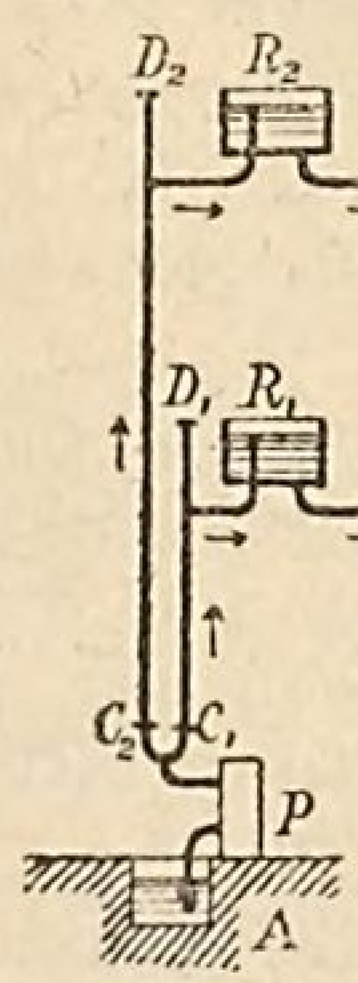


Fig. 5283.

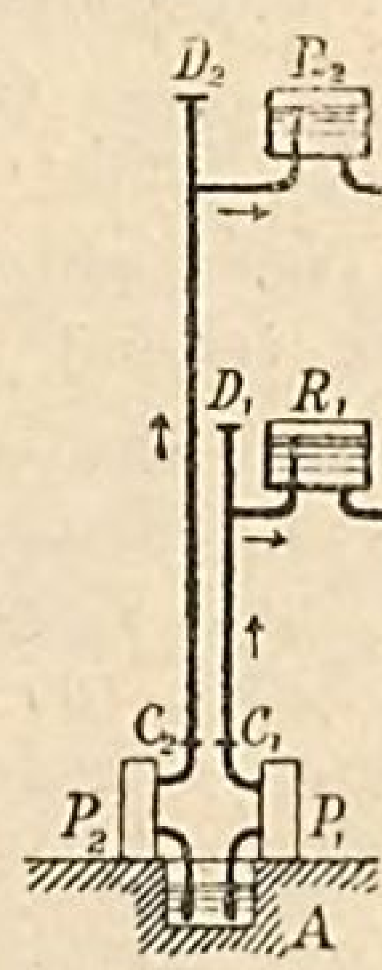
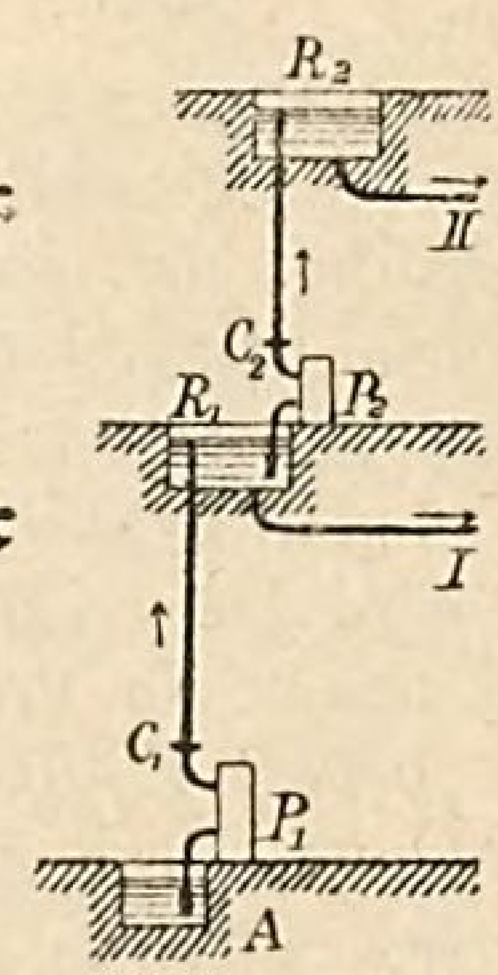


Fig. 5284.



Bei grösseren Anlagen kommt jedoch gewöhnlich für jede Zone eine besondere Pumpe zur Anwendung (Fig. 5283). Manchmal kann auch eine Trennung der Maschinenanlage in vertical aufeinander folgenden Pumpstationen vom Vortheile sein (Fig. 5284). Die unterste Pumpe hebt das ganze Wasser für das Versorgungsgebiet in das Reservoir R_1, die daselbst befindliche Pumpe blos das Wasser für die Zone II in das Reservoir R_2.

f) Construction der Rohrleitungen.

Festigkeit der Rohre. Bezeichnet d den inneren Rohrdurchmesser in *cm*, δ die Wandstärke in *cm*, k die Spannung des Materiales in *kg* pro *qcm*, p_1 den inneren Druck in *kg* pro *qcm* (gewöhnlich Flüssigkeitsdruck plus Atmosphärendruck), p_0 den äusseren Druck in *kg* pro *qcm* (gewöhnlich der atmosphärische Druck), $p = p_1 - p_0$ den Ueberdruck in *kg* pro *qcm*, so erhält man aus der Festigkeitsgleichung die Wandstärke

$$\delta = {}^1/_2 \frac{p_1 - p_0}{k + p_0} d \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \; 12.$$

und die Spannung

$$k = {}^1/_2 (p_1 - p_0) \frac{d}{\delta} - p_0, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \; 13.$$

oder wenn p_0 vernachlässigt wird, welches im Verhältniss zu k sehr klein ist, wird die Wandstärke

$$\delta = {}^1/_2 \frac{p\,d}{k} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \; 14.$$

und die Spannung

$$k = {}^1/_2 \frac{p\,d}{\delta} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \; 15.$$

Diese einfachen Formeln dürfen jedoch, da sie der Elasticität des Rohres keine Rechnung tragen, nur bei der Bestimmung von Wandstärken, welche im Verhältniss zum Durchmesser gering sind, verwendet werden. Richtigere Resultate gibt die etwas complicirte Lamé'sche Formel. Setzt man in derselben p_0 gleich Null, so erhält sie die einfache Gestalt

$$\delta = \frac{d}{2} \left(\sqrt{\frac{k + p}{k - p}} - 1 \right) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \; 16.$$

W a s s e r l e i t u n g s r o h r e aus G u s s e i s e n. Das wichtigste und am meisten zur Anwendung gebrachte Material für Wasserleitungsrohre ist Gusseisen. Dasselbe kommt bei Hauptleitungen fast ausnahmslos zur Verwendung. Das Giessen der Rohre geschieht in getrockneten Sandformen und ist eine verticale Stellung der Form am zweckmässigsten (s. Röhrenfabrication VII pag. 386).

Man bestimmt die Wandstärke gewöhnlich für einen Ueberdruck von 6—8 Atmosphären und verwendet dieselben auch bei geringeren Pressungen; ein grösserer Ueberdruck als 8 Atm. kommt selten vor. Gegen den Wasserdruck ist eine 10-fache Bruchsicherheit genügend. Hiefür und bei Annahme des Ueberdruckes von 8 Atm. ergibt sich erst bei etwa $d = 300^{mm}$ aus der Berechnung eine grössere Wandstärke als die ausführbare.

Eine sehr gebräuchliche empirische Formel zur Bestimmung der Wandstärke ist die von Prof. G. S c h m i d t aufgestellte. Hiernach ist:

$$\delta = 0{\cdot}7 + 0{\cdot}02\, d \quad \text{für } p < 6 \text{ Atm.} \qquad (17.)$$

$$\delta = 0{\cdot}7 + 0{\cdot}0033\, p\, d \quad \text{für } p > 6 \text{ Atm.} \qquad (18.)$$

Um den Röhren Schutz gegen Oxydation zu gewähren, verwendet man am häufigsten einen Ueberzug aus Asphalt. Derselbe ist sehr dauerhaft, fest und glatt. Weniger haltbar ist ein Theerüberzug, welcher nebstdem dem Wasser einen unangenehmen Beigeschmack verleiht.

P r o b i r e n d e r R o h r e. Die Rohre sollen von sauberem Gusse, kreisrund und von überall gleichem Durchmesser und gleicher Wandstärke sein. Zur Sicherheit wird jedes Rohr durch Einpressen von Wasser einer Druckprobe unterzogen und hiefür ein Probedruck von 12—15 Atm. genommen. Weiters werden die Rohre behufs Entdeckung von schadhaften Stellen mit $^1/_2$—1 *kg.* schweren Hämmern unter Druck geschlagen.

R o h r v e r b i n d u n g e n. Hauptsächlich kommt die Verbindung der Rohre mittelst M u f f e n zur Anwendung (Fig. 5285). Das Schwanzende des einen Rohres wird in die Muffe des anderen geschoben und der Zwischenraum bis zur Hälfte der Muffentiefe mit Tauwerk verstopft; darauf kommt ein Abschluss mit Lehm, sodann wird die Verbindungsstelle vorn noch mit Blei ausgegossen und letzteres verstemmt.

Fig. 5285.

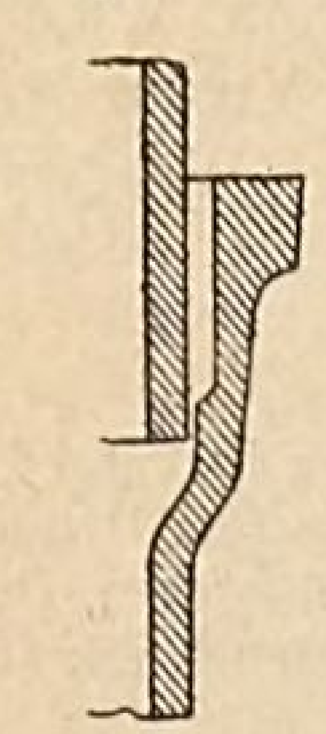


Fig. 5286.

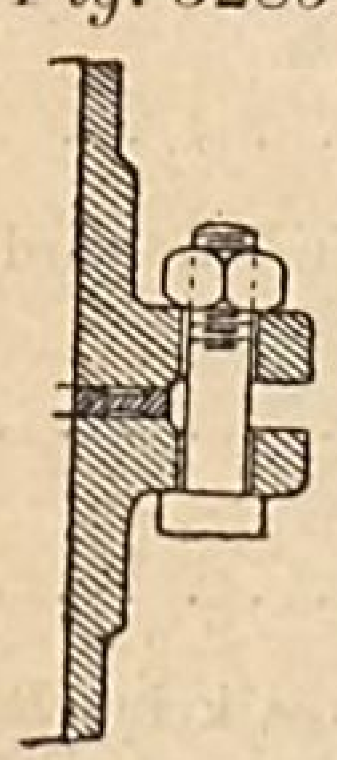
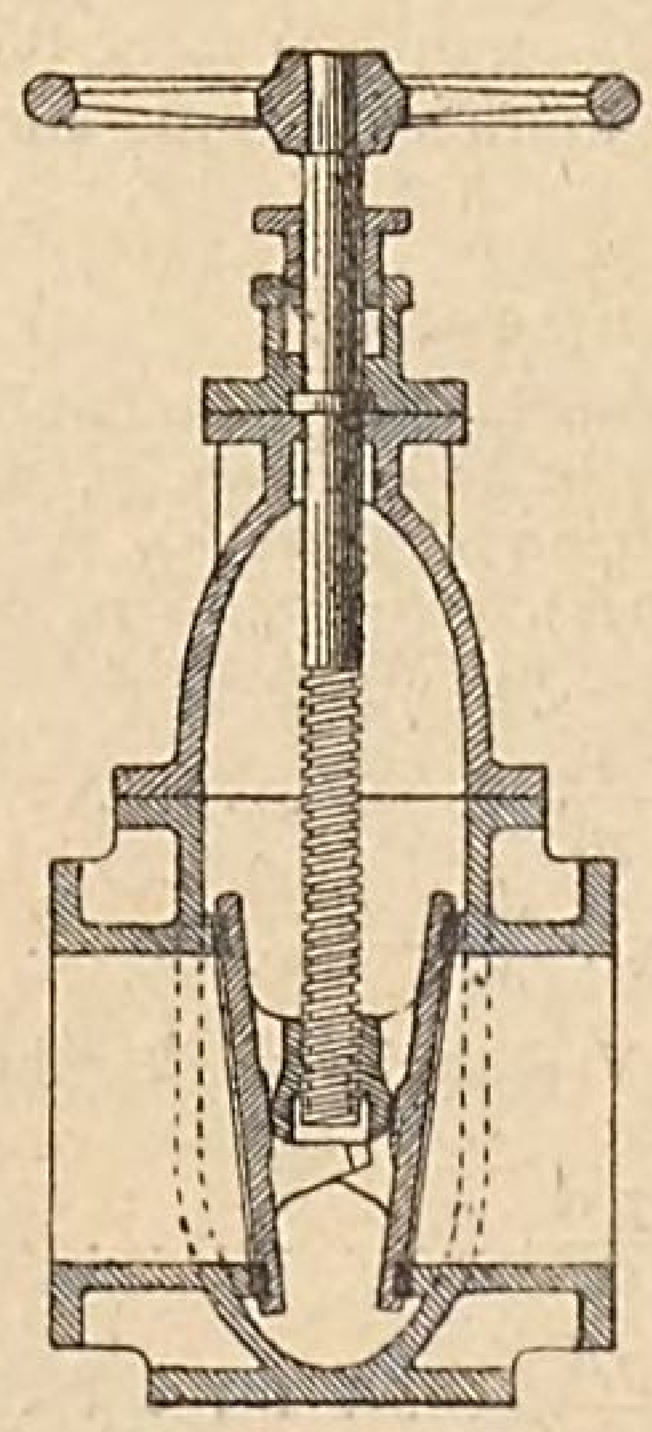


Fig. 5287.



Absperr-Schieber.

Die Vortheile der Muffenverbindung sind geringe Herstellungskosten und Haltbarkeit; auch gestattet dieselbe kleine Längsverschiebungen und Biegungen.

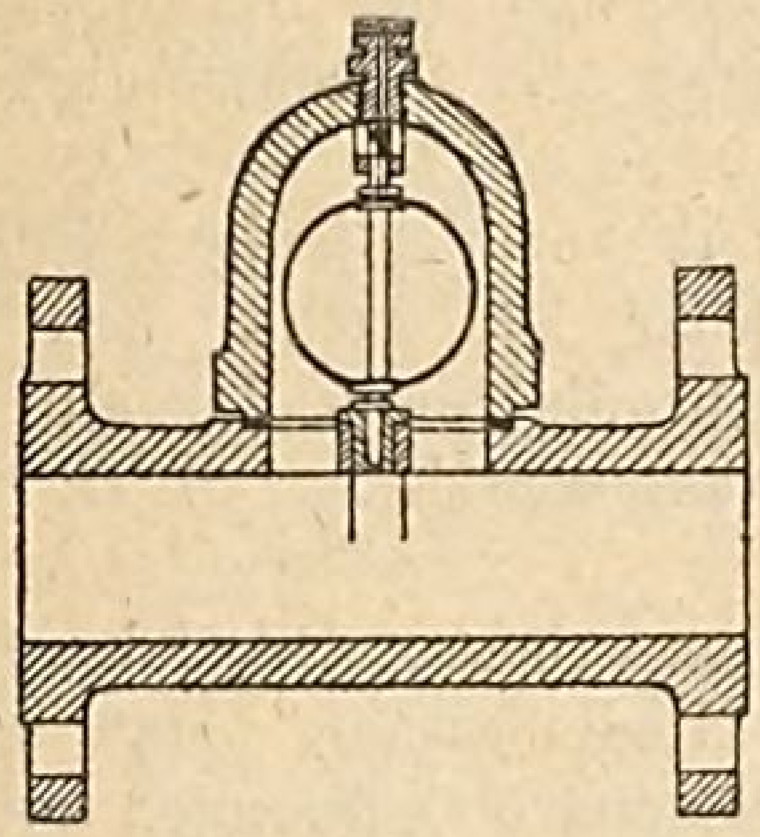
Die F l a n t s c h e n v e r b i n d u n g (Fig. 5286) kommt bei grösseren Wasserleitungen jetzt selten mehr zur Anwendung. Die Verbindung der Rohre geschieht hiebei mittelst Verschraubung.

B e s o n d e r e T h e i l e d e r L e i t u n g e n. Zur Vermeidung von Wasserstössen dürfen die A b s p e r r u n g e n nur einen langsam vor sich gehenden Schluss zulassen; sie sind daher fast ausschliesslich mit Schraubenbewegung versehen. In nebenstehender Fig. 5287 ist ein bei Hauptleitungen gebräuchlicher A b s p e r r s c h i e b e r gezeichnet.

Behufs Wasserentnahme für Feuerlöschzwecke, zum Besprengen von Strassen, zur Füllung von Sprengwagen u. s. w. werden in Entfernungen von 50—100^{m} H y d r a n t e n angebracht.

Die zum Ablassen der sich in der Leitung ansammelnden Luft an den Culminationspunkten nöthigen Luftventile construirt man häufig selbsthäthig. Bei der in Fig. 5288 gezeichneten Anordnung erfolgt ein Heben des Schwimmers und in Folge dessen die Absperrung des Ventiles, wenn das Wasser im Dome eine

Fig. 5288.



Luftventil.

Fig. 5289.

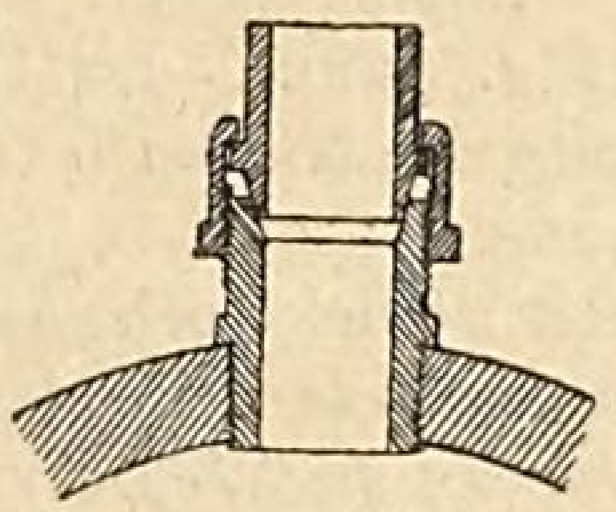
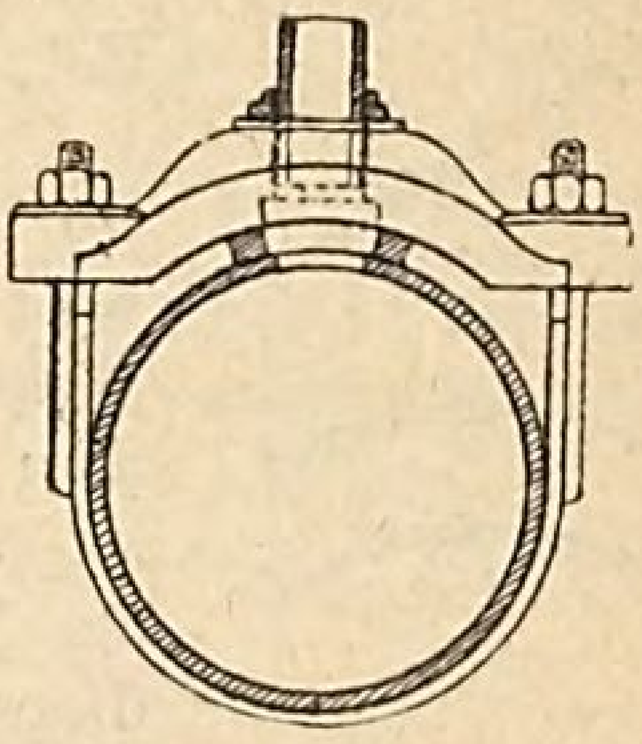


Fig. 5290.



Bleirohr-Verbindungen.

gewisse Höhe erreicht. Zu Privatleitungen, welche von der Hauptleitung abzweigen, wendet man gewöhnlich Bleirohre an. Der Anschluss derselben geschieht entweder mittelst eines Saugers (Fig. 5289) oder mittelst einer Rohrschelle (Fig. 5290). Vergl. Art. Wasserleitungen pag. 300.

Literatur: Bürkli. Anlage und Organisation städtischer Wasserversorgungen. Zürich 1867.

Clauss. Das Wasserwerk der Stadt Braunschweig. Braunschweig 1869.

Pappenheim. Handbuch der Sanitätspolizei. 2. Aufl. Berlin 1870. Bd. 2: Wasser.

Salbach. Das Wasserwerk der Stadt Halle. Halle 1871.

Salbach. Das Wasserwerk der Stadt Dresden. 1875.

Salbach. Wasserversorgung der Gebäude. Handbuch der Architektur, III. Theil, 4. Bd. Darmstadt 1881.

Veitmeyer. Vorarbeiten zu einer künftigen Wasserversorgung der Stadt Berlin. Berlin 1873 und 1875.

Humber. Water-supply of cities and towns. London 1875.

König. Anlage und Ausführung von Wasserleitungen und Wasserwerken. 2. Aufl. Leipzig 1878.

Thiem. Die Wasserversorgung der Stadt Leipzig. 1879.

Thiem. Die Wasserversorgung der Stadt München. 1880.

Thiem. Das Wasserwerk der Stadt Nürnberg. Leipzig 1879.

H. Marggraff. Münchens Wasserversorgung, Canalisation und Abfuhr. München 1879.

Mihatsch. Die Wiener Hochquellenleitung. Wien 1881.

König. Hauswasserleitungen. Leipzig 1882.

Krantz. Sur les murs de réservoirs. Paris 1870.

Fanning J. T. Hydraulic engineering and manual for water supply engineers. New-York 1882.

Ehmann. Die Versorgung der wasserarmen Alb und das öffentliche Wasserversorgungswesen in Württemberg. Stuttgart.

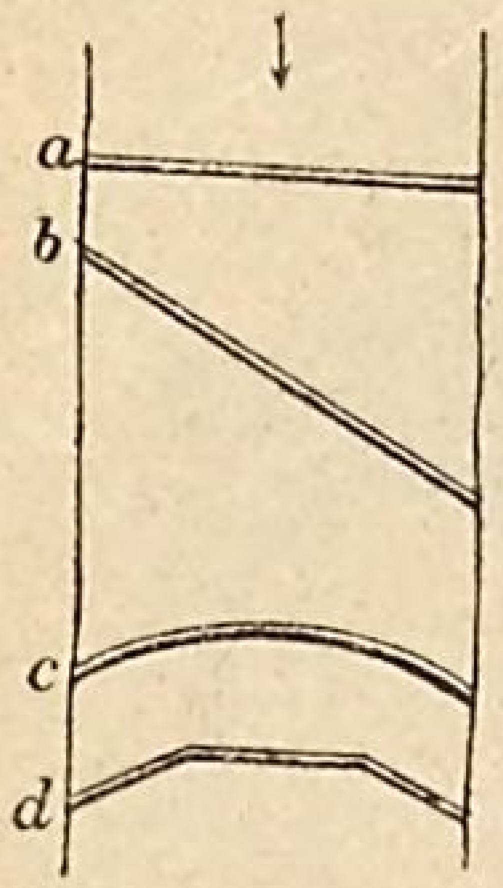
Stauanlagen (*barrages* — *weirs*). Unter einer Stauanlage versteht man einen Einbau in dem Bette eines Wasserlaufes, durch welchen eine Erhöhung des Oberwassers herbeigeführt wird. Die Stauanlagen kann man in zwei Gruppen theilen, u. zw. in solche, wo ein Uebersturz des Wassers stattfindet, in welchem Falle dieselben Wehre genannt werden und in nicht überströmte Stauwerke.

Bei Wehren kann man zwei verschiedene Höhenlagen der Krone in Bezug auf das Unterwasser unterscheiden. Liegt die Krone des Wehres höher als der Unterwasserspiegel, so nennt man das Wehr ein Ueberfallwehr, im entgegengesetzten Falle ist es ein Grundwehr.

Führt ein Wehr in senkrechter Richtung über den Wasserlauf (Fig. 5291 *a*), so nennt man es ein gerades, zum Unterschiede von der bei *b* gezeichneten Anordnung, welche schiefes Wehr heisst. Zur Erhöhung der Festigkeit legt man manchmal das Wehr auch in gekrümmter (c) oder gebrochener (*d*) Form an.

Durch ein Stauwerk wird eine Einschränkung des Flussprofiles herbeigeführt. Es ist daher ein gewisser Druck nöthig, damit die Wassermenge durch die verkleinerte Durchflussfläche abfliessen kann. Dieser Druck wird sich durch eine gewisse Erhöhung des Wasserspiegels bilden, welche man Stauhöhe nennt.

Fig. 5291.

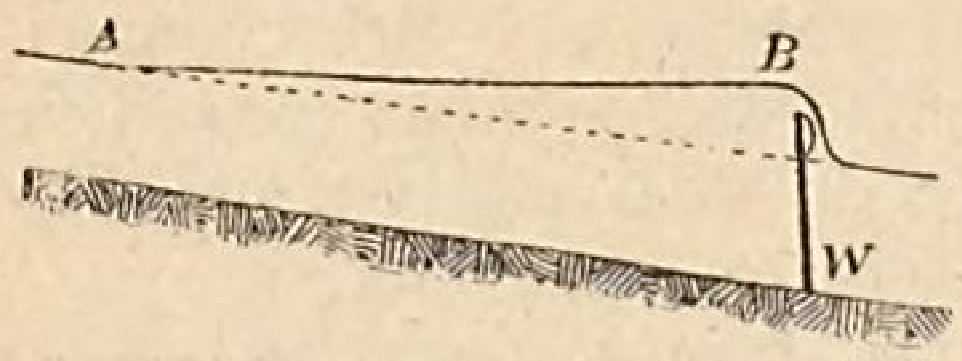


Mit dieser Erhöhung des Wasserspiegels ist jedoch eine Vergrösserung der Flussprofile oberhalb des Stauwerkes verbunden, welche eine Verkleinerung der Geschwindigkeit zur Folge hat.

Die Entfernung des Wehres W von demjenigen Punkte A, wo kein Aufstau mehr bemerkbar ist, nennt man Stauweite (Fig. 5292). Im Längenprofile bildet der aufgestaute Wasserspiegel eine nach oben concave Linie $A\ B$, welche Staucurve heisst.

Meist ist bei Hochwasser eine grössere Durchflussöffnung am Wehre erforderlich als bei Niederwasser. Man kann zu diesem Zwecke am Wehre verschliessbare Oeffnungen anordnen, welche man Grundablässe nennt; oder man stellt das Wehr aus zwei Theilen her, aus einem unteren festen und einem oberen beweglichen Theile. Manchmal wird das Wehr auch so construirt, dass es bei Hochwasser gänzlich entfernt werden kann.

Fig. 5292.



Ueberfallwehr. (Fig. 5293). Die überstürzende Wassermenge Q ergibt sich aus folgender Formel:

$$Q = {}^2/_3\, \varphi\, b \sqrt{2g}\, \left[(h + k) \sqrt{h + k} - k \sqrt{k} \right] \quad \ldots\ldots\ldots 19.$$

Es bezeichnet hiebei:

b die Länge des Wehres, $k = \frac{u^2}{2g}$ (u ist die mittlere Geschwindigkeit im Durchflussprofile oberhalb des Wehres bei C); φ ist gleich 0·83 zu setzen.

Es ist zu bemerken, dass h etwas oberhalb der Wehrkrone zu erheben ist.

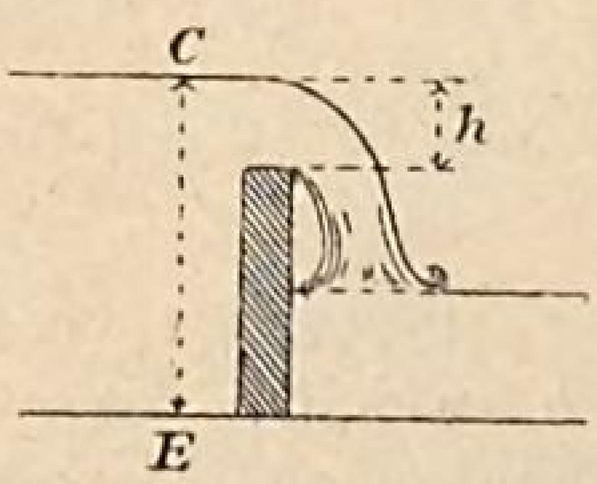
Ist die Stauhöhe gegeben, so ist die

Wehrhöhe = Wassertiefe $E\,C - h$.

Aus Gleichung 19. ergibt sich

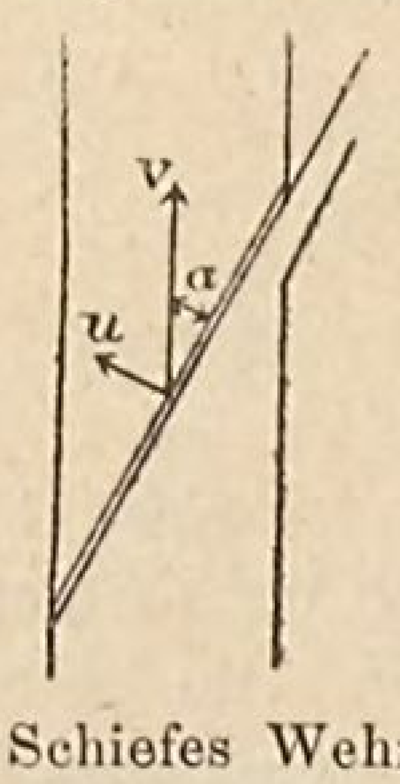
$$h = \left[\frac{{}^3/_2\, Q}{\varphi\, b \sqrt{2g}} + k \sqrt{k} \right]^{2/3} - k \quad \ldots\ldots\ldots 20.$$

Fig. 5293.



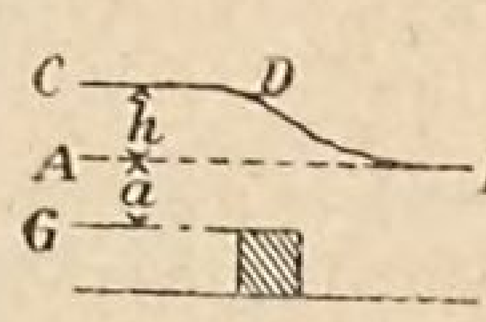
Ueberfallwehr.

Fig. 5294.



Schiefes Wehr.

Fig. 5295.



Grundwehr.

Wird ein schiefes Wehr angelegt (Fig. 5294), so erhält man für ein bestimmtes Q und h

$$b = \frac{Q}{{}^2/_3\, \varphi \sqrt{2g}\, \left[(h + k) \sqrt{h + k} - k \sqrt{k} \right]} \quad \ldots\ldots\ldots 21.$$

k ist hiebei aus der zum Wehre senkrechten Componente u zu berechnen, daher ist $u = v \sin \alpha$.

Grundwehr (Fig. 5295). $A\,B$ wäre der ursprüngliche, $C\,D$ der durch den Wehreinbau hervorgerufene Wasserspiegel. Um die überstürzende Wassermenge Q zu erhalten, theile man das Profil oberhalb des Wehres in zwei Lamellen $C\,A$ und $A\,G$; $C\,A$ wird als Ueberfall betrachtet; der Abfluss in $A\,G$ steht unter dem Drucke h.

Es ergibt sich die Abflussmenge in der oberen Lamelle

$$Q_1 = \tfrac{2}{3}\varphi b\sqrt{2g}\left[(h+k)\sqrt{h+k} - k\sqrt{k}\right] \quad \ldots\ldots \quad 22.$$

jene in der unteren Lamelle

$$Q_2 = \varphi_1 b a \sqrt{2g\,(h+k)}, \quad \ldots\ldots \quad 23.$$

somit

$$Q = b\sqrt{2g}\left[(\tfrac{2}{3}\varphi h + \tfrac{2}{3}\varphi k + \varphi_1 a)\sqrt{h+k} - \tfrac{2}{3}\varphi k\sqrt{k}\right] \quad \ldots \quad 24.$$

Hiebei ist $\varphi = 0{\cdot}83$, $\varphi_1 = 0{\cdot}62$ zu setzen.

Bei Grundablässen und Schiffsdurchlässen ist dieselbe Formel zu benützen, nur fällt die Sohle derselben gewöhnlich mit jener des Flusses zusammen; in diesem Falle ist $\varphi = \varphi_1 = 0{\cdot}83$.

Können jedoch die Grundablässe nicht bis zur Höhe des Wehres geöffnet werden (Fig. 5296), so ist die Berechnung von Q nach Formel 27. vorzunehmen. Es bezeichne Q_1 die Abflussmenge in der oberen Lamelle HA, Q_2 die Abflussmenge in der unteren Lamelle AG, h_1 den Höhenunterschied zwischen Oberwasser- und Unterwasserspiegel, b die Breite des Grundablasses; so ist

$$Q_1 = \tfrac{2}{3}\varphi b\sqrt{2g}\left[(h_1+k)^{3/2} - (h_2+k)^{3/2}\right], \quad \ldots\ldots \quad 25.$$

$$Q_2 = \varphi b a\sqrt{2g\,(h_1+k)} \quad \ldots\ldots \quad 26.$$

folglich

$$Q = Q_1 + Q_2 = \varphi b\sqrt{2g}\left[(\tfrac{2}{3}h_1 + \tfrac{2}{3}k + a)\sqrt{h_1+k} - \tfrac{2}{3}(h_2+k)\sqrt{h_2+k}\right] \quad 27.$$

Es ist $\varphi = 0{\cdot}6$ zu nehmen, falls die Sohle des Grundablasses höher liegt als die Flussohle; fällt sie mit derselben zusammen, so ist $\varphi = 0{\cdot}65$—$0{\cdot}70$.

Fig. 5296.

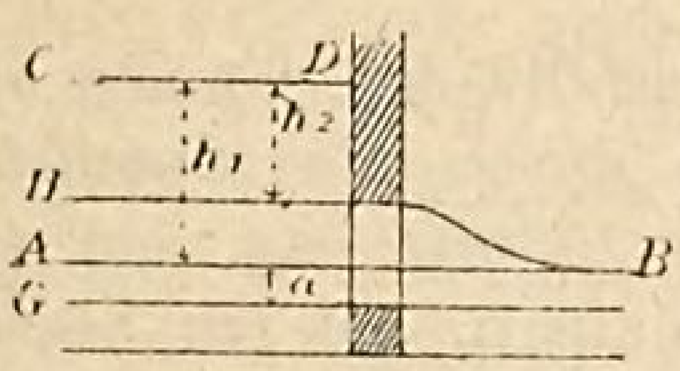
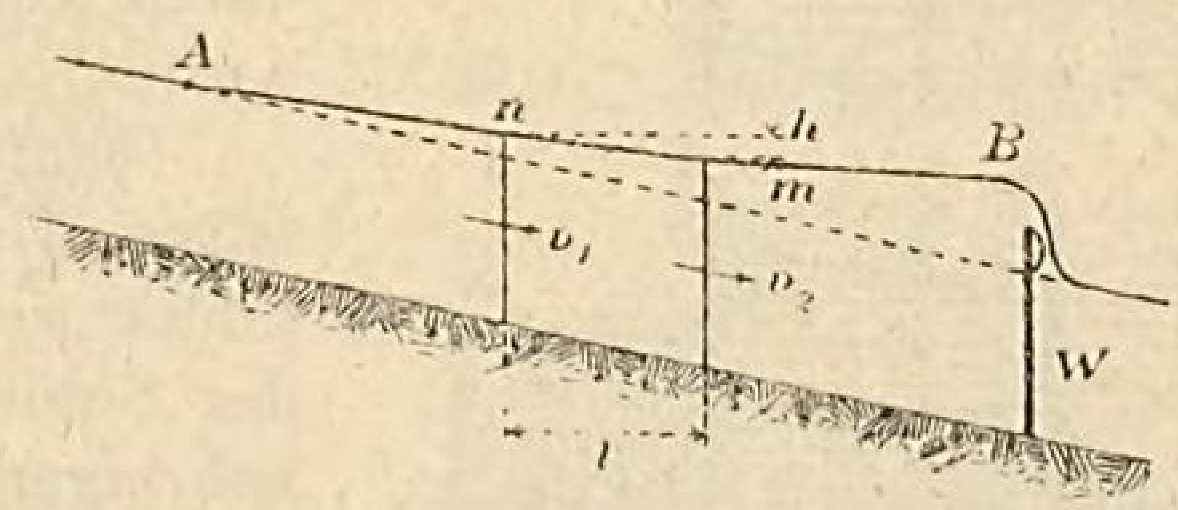


Fig. 5297.



Stauweite. Infolge der Unregelmässigkeit des natürlichen Flussbettes lässt sich für die Staucurve AB (Fig. 5297) keine Gleichung aufstellen; die Gestalt der Staucurve und die Lage des Punktes A ist vielmehr in jedem einzelnen Falle durch ein Annäherungsverfahren zu ermitteln. Es wird hiebei in der Art vorgegangen, dass man Punkte der Staucurve (m, n), von B beginnend, bestimmt, indem mit Hilfe eines bekannten Punktes m die Höhenlage des nächsten n berechnet wird. Hiezu bedarf man der Gleichung für die unregelmässige Bewegung des Wassers in offenen Wasserläufen, welche lautet:

$$h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \frac{v_1 v_2}{c^2}\,\tfrac{1}{2}\left(\frac{p_1}{F_1} + \frac{p_2}{F_2}\right) l \quad \ldots\ldots \quad 28.$$

h ist das Gefälle von n nach m, v_1 bezw. v_2 die mittlere Geschwindigkeit in den Profilen bei n und m, F_1 und F_2 die bezüglichen Durchflussprofile, p_1 und p_2 die bezüglichen benetzten Umfänge, l der Abstand der beiden Profile, c ist ein von der Rauheit des benetzten Umfanges und dem Profilradius abhängiger Coëfficient (siehe den Artikel „Wassermessung").

h muss durch Probiren ermittelt werden, indem vorerst eine vorläufige Annahme über dessen Grösse gemacht wird, um F_1, p_1 und v_1 berechnen zu können; durch mehrmaliges Verbessern von h ergibt sich dann dessen richtiger Werth.

Construction der Wehre. In Bezug auf die Art der Ausführung unterscheidet man feste und bewegliche Wehre; letztere können bei Hochwasser ganz oder theilweise beseitigt werden.

Die festen Wehre sind entweder aus Holz oder aus Stein ausgeführt oder es werden beide Materiale gemeinschaftlich zur Herstellung verwendet. Bei beweglichen Wehren verwendet man ausserdem noch in ausgedehntem Masse das Eisen.

Die festen Wehre kann man eintheilen in:

1. Hölzerne Wehre, 2. Wehre aus Holz und Stein, 3. steinerne Wehre.

Die beweglichen Wehre können unterschieden werden in:

1. Schleusenwehre, 2. Nadelwehre, 3. Klappenwehre, 4. selbstwirkende Wehre, 5. Wehre, bei welchen man zur Aufstellung und Niederlegung den Wasserdruck benützt.

Feste hölzerne Wehre. Jedes feste Wehr besteht aus zwei Theilen: dem Wehrkörper und den Widerlagern. Sind im Wehrkörper Grundablässe angebracht, so schliesst man dieselben gewöhnlich an das Widerlager an. Zweigt an einem Ufer ein Canal oberhalb des Wehres ab, so sind die Grundablässe an dem entgegengesetzten Ufer anzubringen, weil durch das Oeffnen derselben der Wasserspiegel im Canale eine Senkung erleiden würde. An der Canalseite können zur Reinigung Spülschleusen angebracht werden.

Fig. 5298.

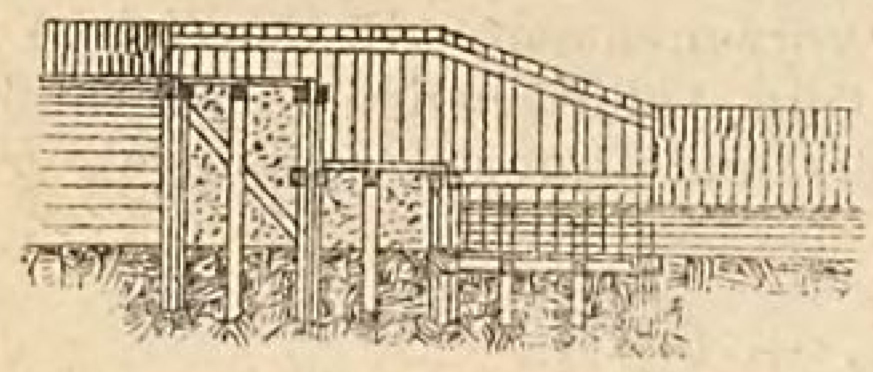
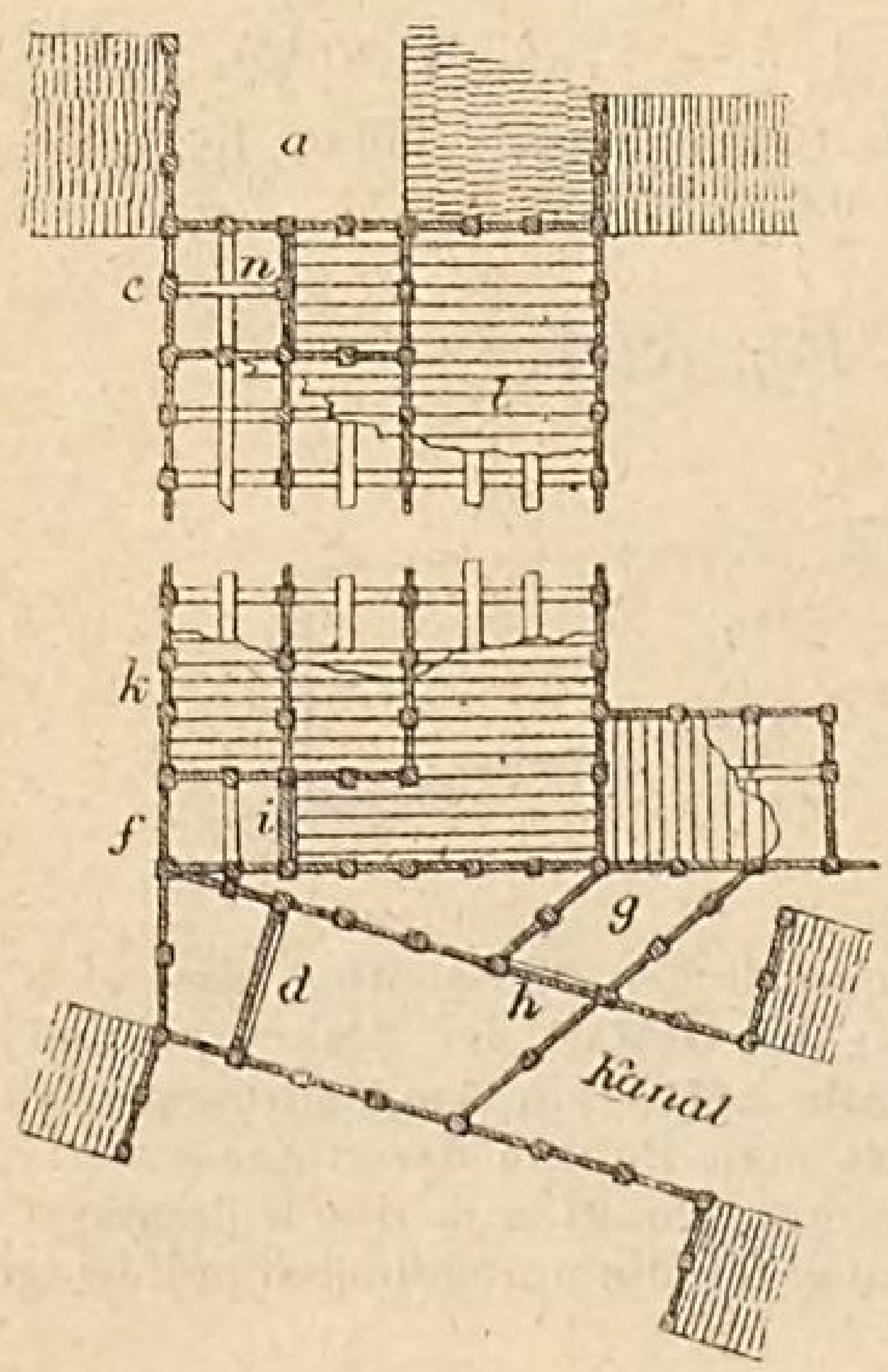
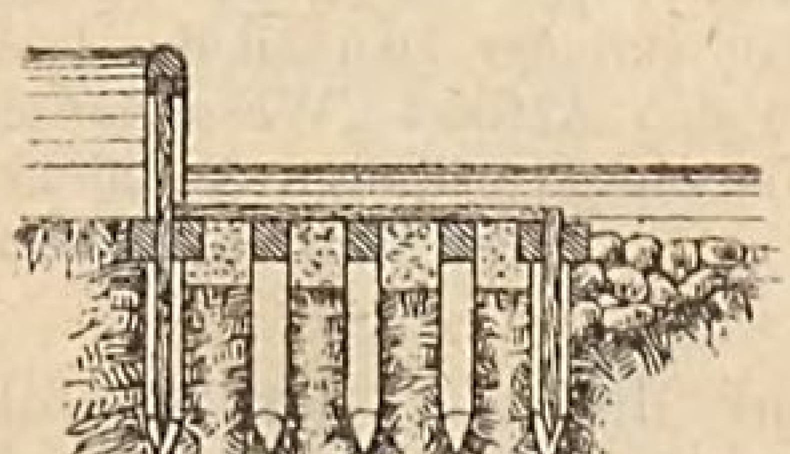


Fig. 5299.



Festes, hölzernes Wehr (Stufenwehr).

Fig. 5300.



Einfaches Ueberfallwehr.

In Fig. 5298 und 5299 ist eine derartige, in Holz ausgeführte Wehranlage gezeichnet. Beim Widerlager *a* befindet sich der Grundablass *e* mit dem Schütze *n*; *k* ist der eigentliche Wehrkörper. In *f* ist eine Spülschleuse mit dem Schütze *i* angebracht.

Die Canalöffnung kann durch ein oder mehrere Schütze *d* beliebig geöffnet und geschlossen werden. Die Spülschleuse *g* mit ihrem Schütze *h* dient zur Reinigung der Canalmündung. Zur Sicherung des Bodens gegen den Angriff des überstürzenden Wassers ist ein Sturzbett *l* hergestellt.

Zur Herstellung eines Grundwehres genügt in vielen Fällen eine Pfahlreihe, welche durch Steinwurf oder Senkfaschinen gesichert wird.

Einfache Ueberfallwehre können unter günstigen Umständen durch eine Spundwand gebildet werden (Fig. 5300); um ein Ausspülen der Sohle zu verhindern, ist ein Sturzbett anzubringen.

Wehre von grösseren Abmessungen müssen jedoch aus mehreren parallelen Wänden zusammengesetzt werden, welche man durch dazwischen gestellte Pfahlreihen noch verstärken kann. Der Raum zwischen den Wänden ist durch Ausfüllung mit Lehm wasserdicht zu machen. Ist das Wasser des Flusses jedoch schlammhaltig, so kann man auch mit Flussgeschiebe beschwertes Reisig als Zwischenfüllung mit Vortheil verwenden; die anfänglichen Zwischenräume werden mit der Zeit durch den Schlamm des Flusses verstopft.

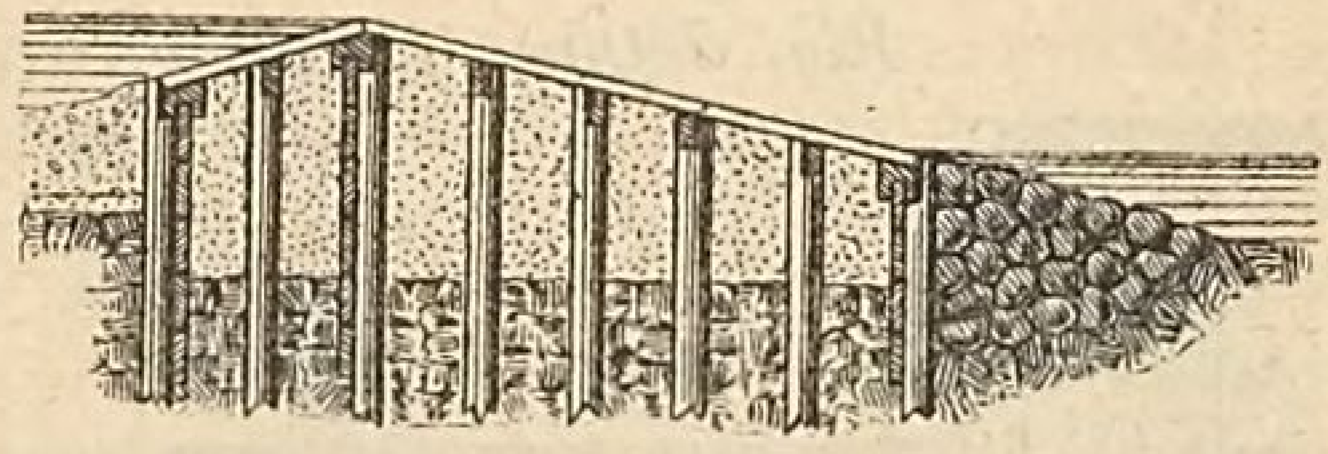
Nach der Form unterscheidet man die hölzernen Wehre in solche mit senkrechtem Abfall, in Stufenwehre und in Wehre mit schiefem Abschussboden. Bei bedeutenden Wehrhöhen wird die Flussohle oder das Sturzbett durch das herabstürzende Wasser bei einem einzigen senkrechten Abfall stark angegriffen; man legt daher in diesem Falle entweder mehrere kleine Abfälle nach einander an (Fig. 5298), oder man stellt einen geneigten Abschussboden her (Fig. 5301); letztere Anordnung ist weniger empfehlenswerth, da bei der heftigen Strömung des Wassers unterhalb des Wehres die Flussohle auf eine bedeutende Entfernung angegriffen wird.

Zum Schutze der Zwischenfüllung müssen die hölzernen Wehre mit Bohlen belegt werden.

Wehre aus Holz und Stein. Die Anordnung ist jener bei hölzerneu Wehren ganz ähnlich. Das Holz bildet hiebei das Gerippe, welches die Steinpackung in ihrer Lage erhält. Wasserdicht kann man ein solches Wehr durch Ausfüllung der Zwischenräume mit Kies und Sand, oder besser durch Verwendung von hydraulischem Mörtel machen.

In Fig. 5302 und 5303 ist ein derartiges Wehr mit geneigtem Abschussboden dargestellt.

Fig. 5301.



Hölzernes Wehr mit geneigtem Abschussboden.

Steinerne Wehre. Wehre von kleinen Dimensionen stellt man zweckmässig ganz aus Quadern her. Bei bedeutenden Abmessungen kann der Kern aus Bruchsteinmauerwerk ausgeführt und blos eine Quaderverkleidung angeordnet werden. Bei gutem Cement kann man auch den ganzen Wehrkörper aus Beton ausführen; sonst findet dieses Material hauptsächlich bei der Fundirung auf Fels Verwendung. Wird ein steinernes Wehr auf einem durchlässigen Boden erbaut, so muss dasselbe durch Spundwände gegen Unterwaschung gesichert werden (Fig. 5304 und 5305). Ist der Boden zum Tragen des Bauwerkes nicht genügend widerstandsfähig, so ist der Wehrkörper auf einen Pfahlrost zu setzen.

Fig. 5302.

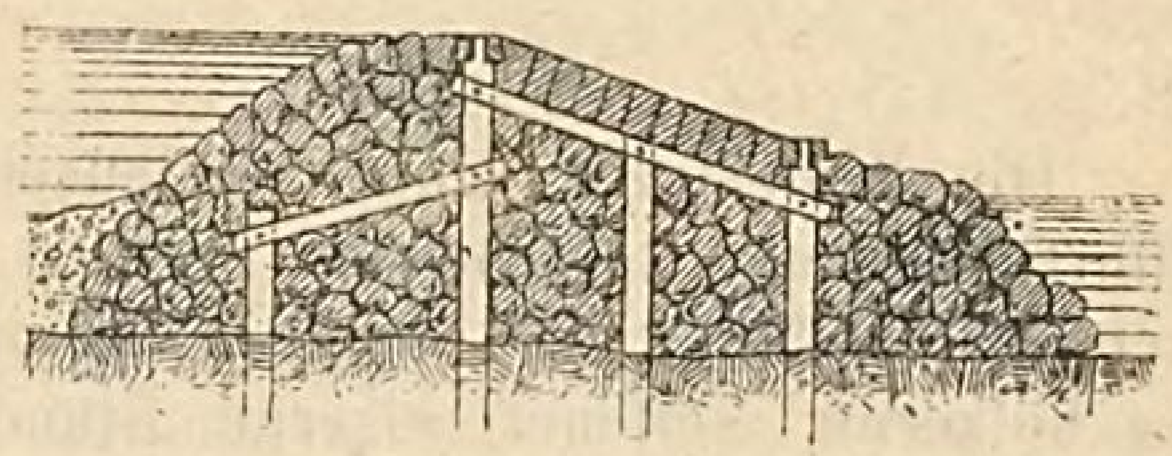
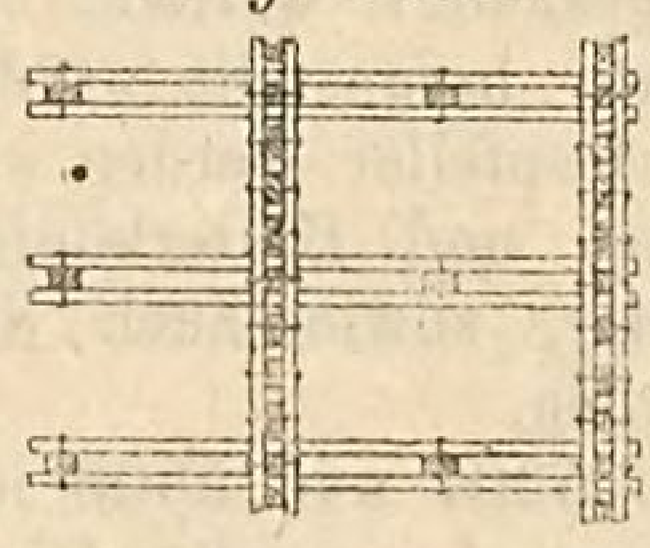


Fig. 5303.

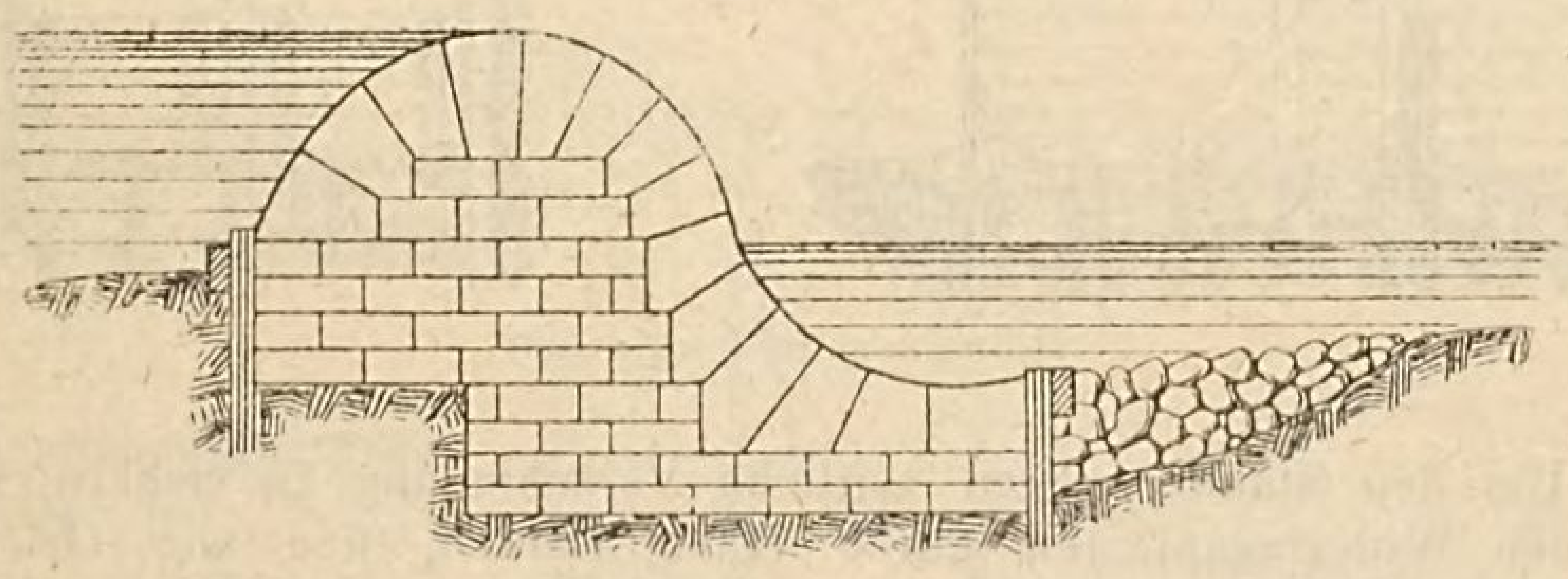


Ueberfallwehr mit schiefem Abschussboden aus Holz und Stein.

Den steinernen Wehren gibt man häufig einen gekrümmten Abschluss; bei dieser Form ist die in Fig. 5304 gezeichnete Anordnung zweckmässig.

Stehen jedoch Quadern zur Verfügung, so ist es besser, einen senkrechten Absturz anzuordnen und ein starkes Sturzbett herzustellen (Fig. 5305), weil die

Fig. 5304.



Steinernes Ueberfallwehr.

Heftigkeit der Strömung am Sturzbett gebrochen wird und kein Angriff der Sohle stromabwärts erfolgt.

Die Anordnung eines Canaleinlaufes bei einer Steinconstruction ist in Fig. 5306 dargestellt; die Bezeichnung der einzelnen Theile ist dieselbe wie bei der Holzconstruction in Fig. 5299.

Schleusenwehre. Bei dieser Art von beweglichen Wehren bestehen die Verschlussvorrichtungen gewöhnlich aus Schützen, welche ganz oder theilweise

geöffnet werden können. Meistens sind der leichteren Ausführung und der besseren Handhabung wegen mehrere Verschlüsse neben einander angebracht.

Fig. 5305.

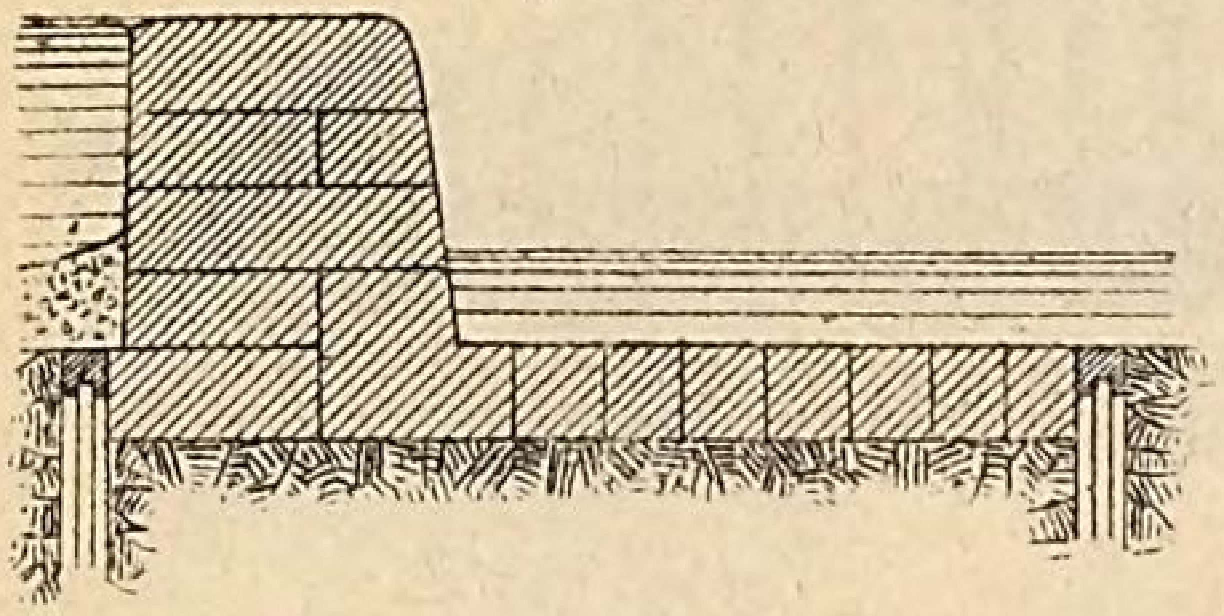
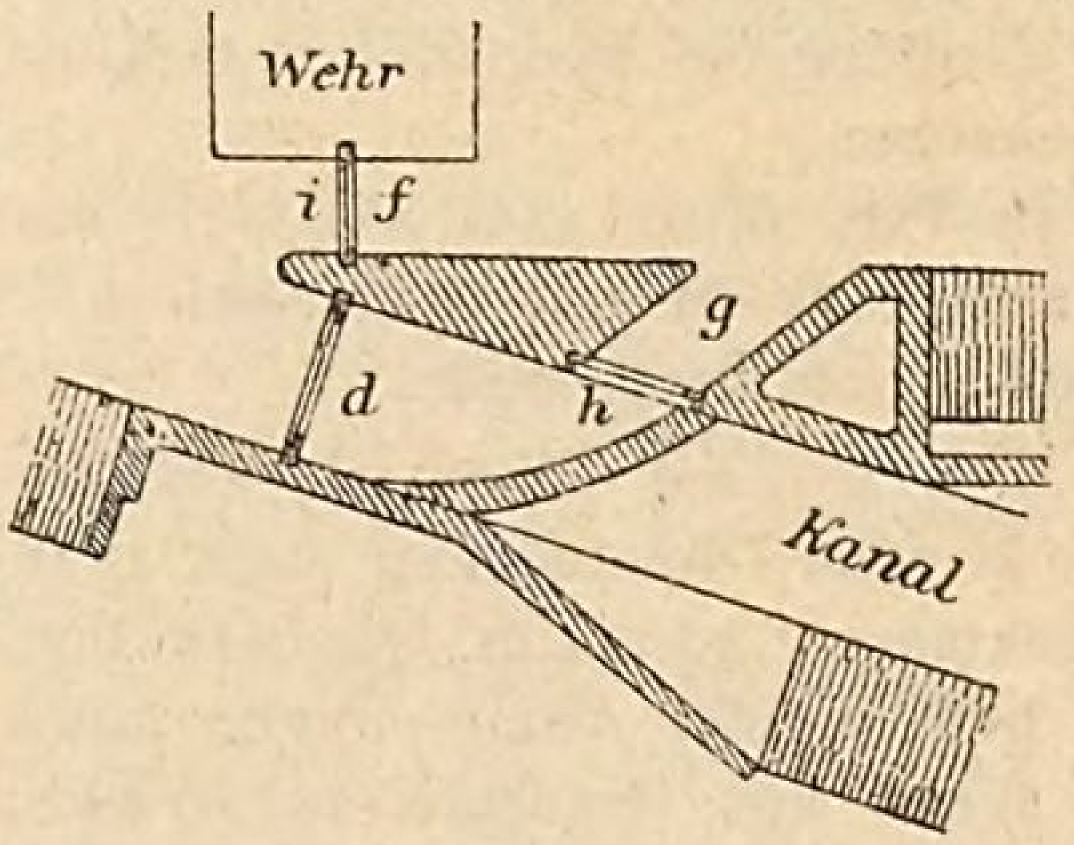


Fig. 5306.



Die Widerlager eines Schleusenwehres können aus Stein oder Holz ausgeführt werden. Die Schütze lehnen sich an die Widerlager und an die Zwischenconstructionen an; letztere können entweder Steinpfeiler (Griespfeiler) oder hölzerne, seltener eiserne Ständer (Griessäulen) sein. Die Sohle des Schleusenwehres muss gegen Ausspülen durch Anordnung eines Schwell- oder Pfahlrostes gesichert werden. Die Schütze, welche entweder aus Bohlen oder aus Blechtafeln hergestellt werden, sind gewöhnlich zum Aufziehen eingerichtet.

Die Griespfeiler werden ähnlich wie die Brückenpfeiler ausgeführt und daher auch mit Vor- und Hinterköpfen versehen. Zur Aufnahme der Schütze müssen die Griespfeiler, sowie auch die Griessäulen an beiden Seiten mit einem Falz versehen werden.

In Fig. 5307 und 5308 ist ein aus Holz ausgeführtes Schleusenwehr mit zwei Oeffnungen dargestellt. Die herabgelassenen Schütze ruhen auf einer Grundschwelle. Um den Ständer gegen seitliche Verschiebung zu sichern, ist derselbe oben mit den Widerlagspfosten durch einen Balken, den sog. Griesholm verbunden; gegen den Wasserdruck wirken Verstrebungen.

Fig. 5307.

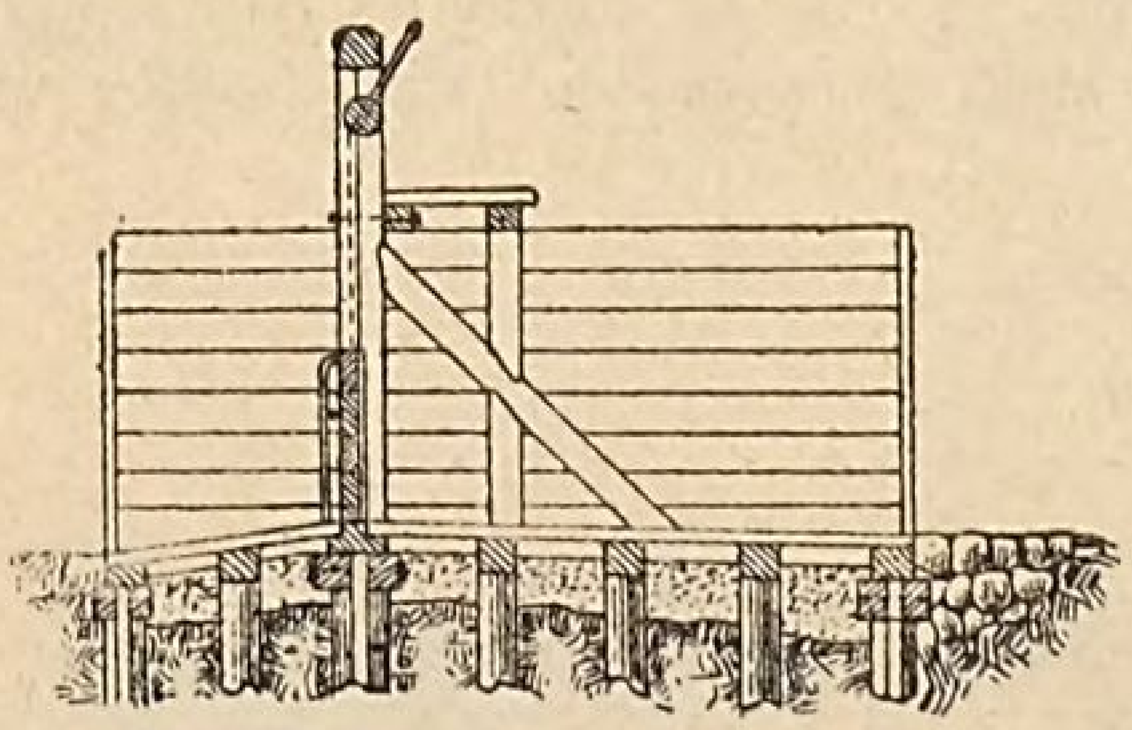
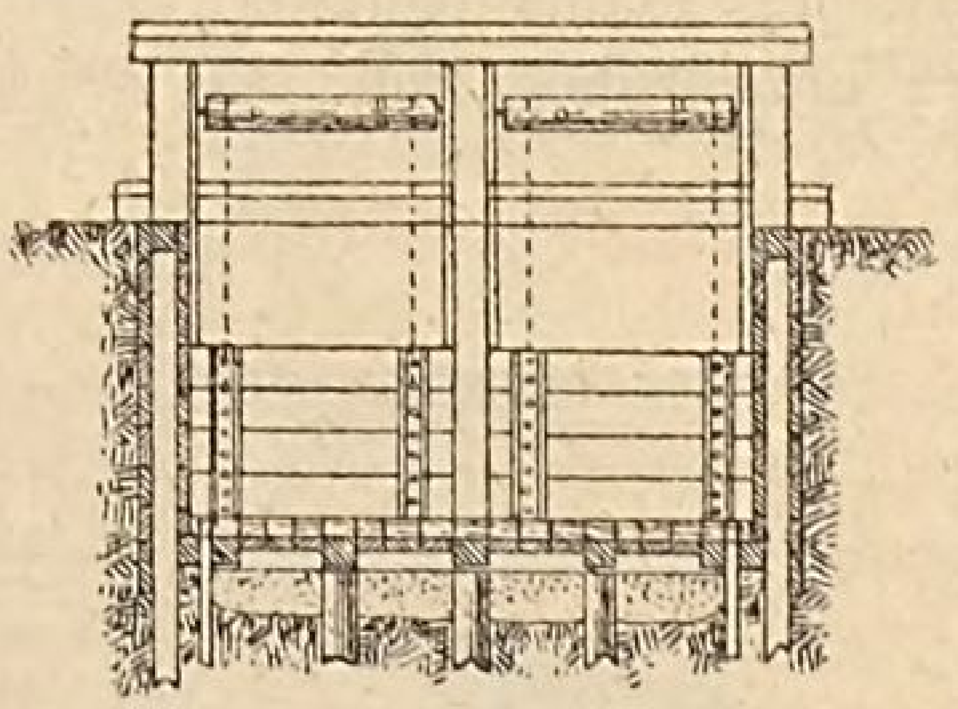


Fig. 5308.



Hölzernes Schleusenwehr.

Bei Anwendung von hölzernen Ständern kann auch die Einrichtung derart getroffen werden, dass man dieselben gänzlich beseitigen kann; in diesem Falle nennt man sie Setzpfosten. Dieselben werden in Oeffnungen, welche in der Flusssohlenversicherung angebracht sind, eingesteckt. Selbstverständlich müssen diese Pfosten unten stark mit Eisen beschlagen werden, damit sie nicht durch den Wasserdruck gehoben werden. Oben muss zur Stütze der Setzpfosten eine Brücke angebracht werden.

Die Bohlen hölzerner Schütze müssen eine dem Wasserdruck entsprechende Stärke besitzen. Die Bohlen werden mit horizontaler Längsfaser über einander

gestellt und durch Leisten und Beschläge mit einander fest verbunden. Lehnen sich die Schütze an Steinpfeiler an, so müssen die Berührungsstellen mit Eisen beschlagen werden.

Manchmal werden grössere Schütze behufs leichterer Hebung aus mehreren Theilen zusammengesetzt, welche man getrennt heben kann.

Kleinere Schütze braucht man blos an einem Punkte aufzuhängen, bei grösseren ist es jedoch angezeigt, zwei Befestigungspunkte anzuordnen, damit keine Verzwängung im Falze beim Heben oder Senken eintritt. Zum Aufzuge dienen Ketten oder Stangen; sind zwei derselben für ein Schütz vorhanden, so müssen dieselben derart mit einander verbunden werden, dass eine gleichzeitige Hebung und Senkung stattfindet.

Wo es sich darum handelt, grössere Oeffnungen mit einer Spannung zu schliessen, kann man mit Vortheil horizontale Einlegbalken (Dammbalken) verwenden. Falls das Oeffnen des Wehres langsam vor sich gehen darf, können die Balken in eine Nuth der beiderseitigen Widerlager eingelegt werden. Soll jedoch das Oeffnen rasch erfolgen, so muss auf der einen Seite ein beweglicher Pfosten oder ein kurzer, um eine verticale Achse drehbarer Thorflügel die Dammbalken halten.

N a d e l w e h r e. Hier ist der Abschluss durch schmale, etwas schräg gestellte Bohlen, welche man N a d e l n nennt, bewerkstelligt. Die Nadeln, welche oben und in der Flussohle unterstützt werden müssen, haben dem Wasserdrucke zu widerstehen, woraus ihre Dicke bestimmt wird. Die Schwere der Nadeln muss so bemessen werden, dass ein Mann dieselben einsetzen und herausnehmen kann. Durch Entfernung der Nadeln ist man in den Stand gesetzt, beliebig grosse Oeffnungen im Wehre herzustellen.

Weil das Wasser nie über ein Nadelwehr stürzen darf, so muss man, falls die Wasserstände des Flusses stark wechseln, noch für die Herstellung von Ueberfällen Sorge tragen.

Als untere Stütze der Nadeln muss ein Ansatz in der Flussohle hergestellt werden. Um die Nadeln oben zu stützen, muss man eine widerstandsfähige Construction über den Fluss bauen. Es kann hiezu entweder eine feste Brücke dienen, oder man lehnt die Nadeln oben an Träger an, welche von Böcken gehalten werden, die zum Umlegen eingerichtet sind. Solche Nadelwehre mit beweglichen Stützen hat zuerst Poirée an der Yonne (Nebenfluss der Seine) erbaut. Das Nadelwehr ist durch eiserne Rahmen gestützt (Fig. 5309 und 5310),

Fig. 5309.

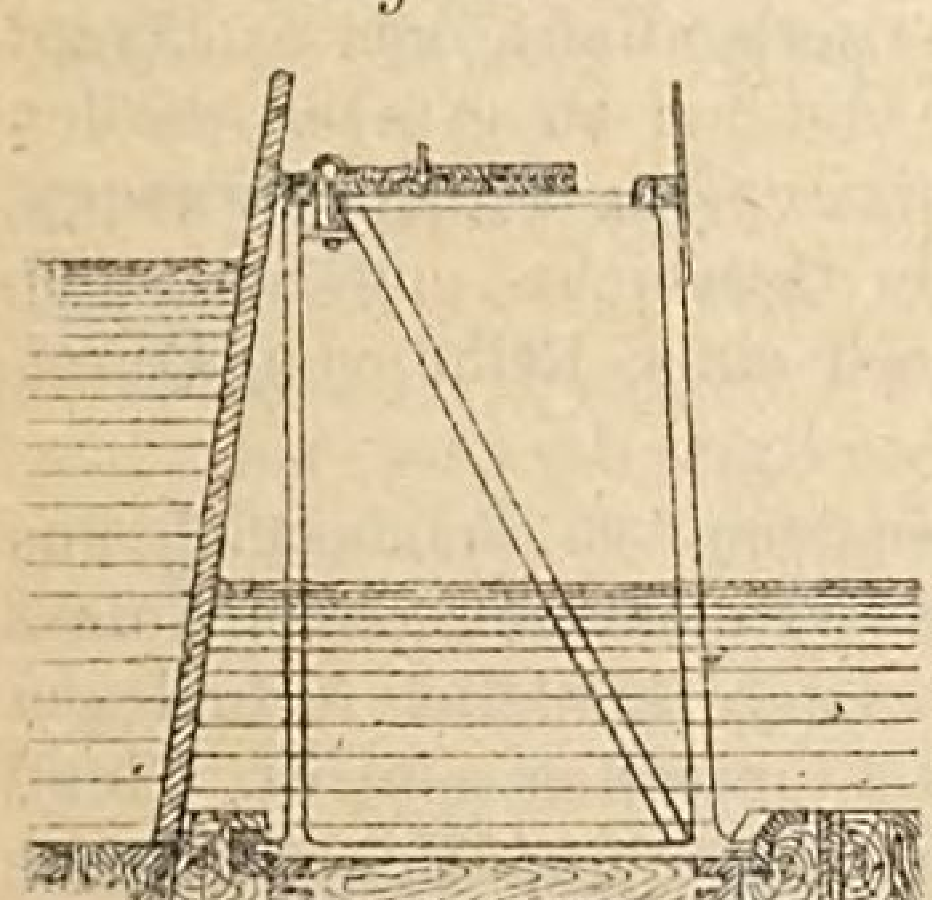
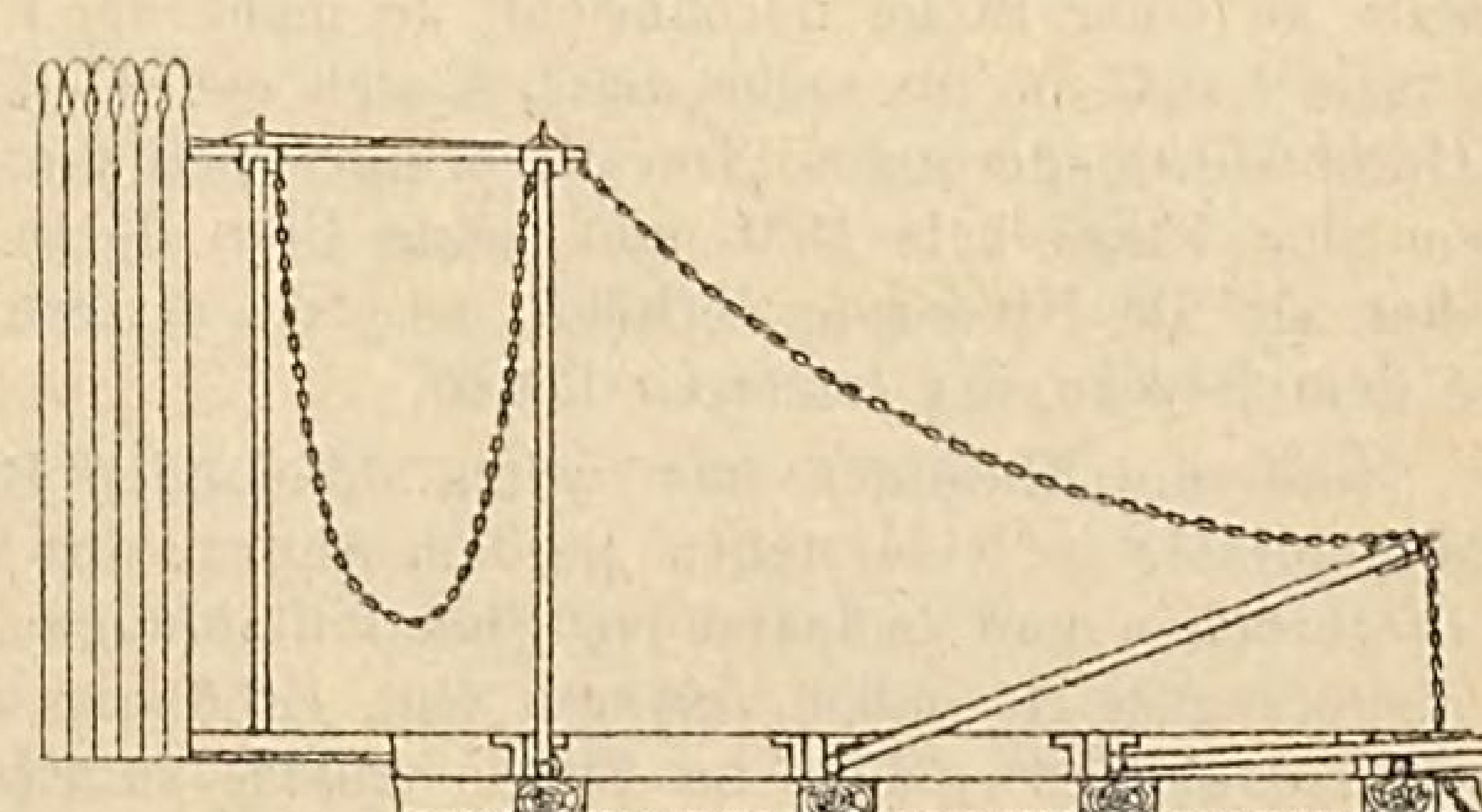


Fig. 5310.



Nadelwehr.

welche um eine horizontale Achse drehbar sind und durch Bohlen in der richtigen Entfernung gehalten werden. Die Verbindungsbohlen dienen gleichzeitig als Anlehnung für die Nadeln. Die Rahmen können ganz auf den Flussgrund niedergelegt werden; behufs Aufstellung sind dieselben mittelst Ketten unter einander verbunden.

Stauanlagen zur Herstellung von Reservoiren (Siehe „Anlagen zur Aufspeicherung des Wassers").

Literatur: Lagrené, Navigation intérieure, III Bd. Paris 1873.
Bauernfeind, Vorlegeblätter zur Wasserbaukunde.
Rühlmann, Hydromechanik, 2. Aufl. Hannover 1880.

H. Richter.

Regulirung der schiffbaren Flüsse (*correction des rivières navigables — regulation of navigable rivers*).

Hiebei belässt man dem Flusse dauernd seine natürlichen Eigenschaften und verwendet sie zur directen Einwirkung auf das Bett und die Ufer, um eine entsprechende Fahrtiefe und ein mässiges Gefälle zu erzielen. Fliessende Gewässer fördern stets Sinkstoffe zu Thale, welche sich bei abnehmendem Gefälle ablagern. Sie bilden in jedem Flusslauf stellenweise grössere Ansammlungen (Sinkstoffbänke), welche mit einer gewissen Regelmässigkeit aufeinanderfolgen; jedoch so, dass je einer Bank an einem Ufer eine nächste am anderen folgt; es muss daher das Wasser einen serpentinirenden Lauf annehmen. Indem sich diese Bänke langsam, aber stetig flussabwärts verschieben, ändern auch der Stromstrich und die Fahrrinne ihre Lage in die entgegengesetzte. In stärkeren Krümmungen liegt die Fahrrinne an dem concaven Ufer (Fig. 5311) und dieses wird von der Strömung heftig angegriffen. Am convexen Ufer findet die Ablagerung von Sinkstoffen statt, daher der Fluss, sich immer mehr aus seinem alten Bett herausdrängend, zu bedeutenden Serpentinen (Fig. 5312) Anlass gibt. Dadurch erklärt sich auch die

Fig. 5311.

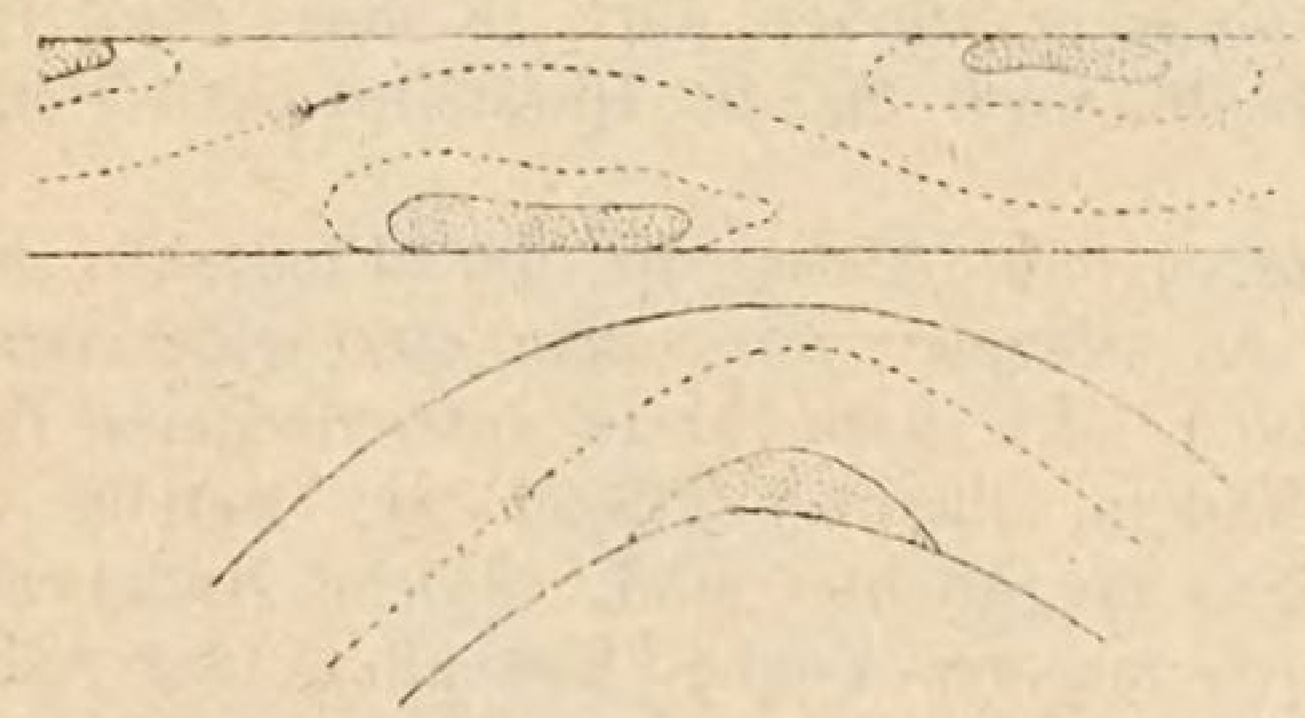
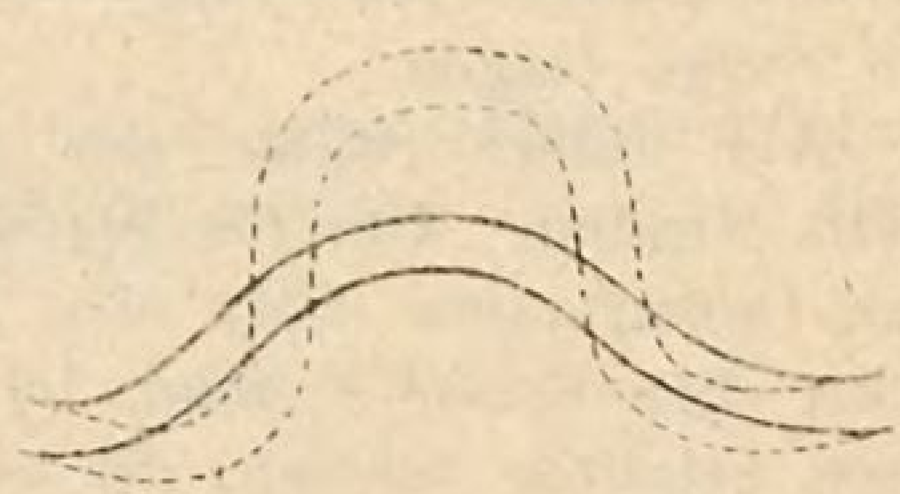


Fig. 5312.



Bildung von Inseln (Flusspaltungen), indem z. B. ein Hochwasser eine solche Schleife an einer Stelle durchbricht. Je mehr der Fluss serpentinirt, um so länger wird sein Lauf, um so mehr mässigt sich sein Gefälle und um so grösser werden die Geschiebeablagerungen. Daraus erklärt sich die Versumpfung von Niederungen, indem der Fluss sein Bett und seine Ufer durch die Geschiebe und Sinkstoffe rascher als die Niederung erhöht, so dass erstere nach einer Reihe von Jahren über dem Niveau der letzteren liegen.

Sind die Flussufer aus wenig bindenden Bodenarten, so namentlich aus Sand gebildet, so widerstehen sie dem Anprall des Wassers nicht und geben Anlass zu Uferbrüchen und bedeutenden Sinkstoffbildungen. Letztere künstlich festzulegen ist nicht angezeigt, indem dadurch eine Erhöhung des Flussbettes eintritt. Plötzliche Verengungen geben im Flusse Anlass zu Eisstopfungen und Ueberschwemmungen; bedeutende Verbreiterungen bedingen grosse Materialablagerungen.

Das Gefälle des Flusses erfordert an vielen Stellen eine Ermässigung. Fels- und Steinbänke wirken wehrartig, ebenso Blöcke, alte Wehre, Bauwerke etc. Finden infolge geringen Gefälles bedeutende Ablagerungen statt, dann ist das Gefälle zu vergrössern (z. B. Durchstiche bei Serpentinen). Man trachtet jedem Flusse ein Normalprofil zu geben, das allen rechnerischen Bedingungen entspricht. Findet an einer Stelle des Flusses durch künstlichen Einbau eines Werkes eine Vergrösserung der Wassergeschwindigkeit verbunden mit Wirbelungen statt,

so bildet sich ein Kolk, d. h. das Bett wird örtlich heftiger angegriffen und grössere Gruben in demselben ausgeschwemmt.

Baumaterialien zur Herstellung der Regulirungswerke.

Diese müssen möglichst billig sein, daher verwendet man Bruchstein als Schüttsteine, um durch ihr Eigengewicht direct dem Wasser zu widerstehen; ferner Pflastersteine und groben Kies.

Faschinen werden folgendermassen hergestellt:

Man bindet schwache biegsame Zweige von Weiden, seltener von Laub- und Nadelhölzern in ein Bündel von etwa 30^{cm} Stärke und 4^{m} Länge an 3 bis 4 Stellen mit Bindeweiden fest zusammen. Faschinenwürste nennt man viele $12-18^{cm}$ starke, mit einander verbundene Faschinen. Senkfaschinen sind im inneren Kern aus Beschwerungsmaterial (Steine, Letten), in der äusseren Umhüllung aus Strauchwerk bestehende, durch getheerte Hanfschnüre oder Draht mehrfach fest umgürtete Faschinen. Sinkwalzen sind Senkfaschinen von grosser ($200-300^{m}$) Länge. Werden systematisch geordnete Faschinenlagen durch Würste, Pfähle und Beschwerungsmateriale zu einem compacten Körper verbunden, so nennt man diesen ein Packwerk. Ein Sinkstück ist ein aus parallel geschlichteten Faschinen hergestellter und durch Wurstroste und Hanfleinen eng verbundener grösserer Körper, welcher schwimmend mit Steinen oder Letten belastet und auf das Flussbett gesenkt wird.

Flechtzäune errichtet man folgendermassen: In 20^{cm} Entfernung von einander werden Pfähle senkrecht eingetrieben und mit Weidenruthen 15^{cm} hoch umflochten. Spreutlagen: Normal zum Stromstrich werden auf der Uferböschung grüne, mit Nebenzweigen versehene 3—4jährige Weidenruthen dicht neben einander ausgebreitet und durch parallel zum Stromstrich liegende, bepfählte Faschinenwürste in Entfernung von $60-80^{cm}$ befestigt. Jede Ruthe hat ihr Stammende unter einer Wurst, welche in einer 20^{cm} tiefen Rinne liegt. Rauhwehre: Gleiche Weidenruthen liegen parallel zum Stromstrich in Rinnen mit dem Stammende unter Würsten und reichen mit ihren Wipfeln bis über die nächste stromabwärts liegende Rinnenwurst. Pflanzungen: 3- bis 4jährige, frisch gehauene Weidenruthen werden reihenweise oder in Nestern, d. h. mehrere bei einander, eingepflanzt. Endlich sind hieher noch die Berasungen zu zählen.

Regulirungswerke.

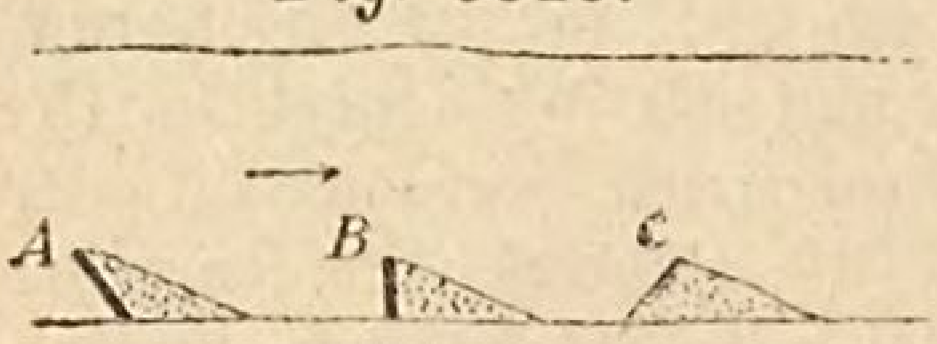
Diese bezwecken den Schutz vor Ueberschwemmungen mittelst Dämmen und Deichen; hierher gehören ferner Uferschutzbauten und Arbeiten, welche dem zerrissenen Strome ein gemeinsames Bett zuweisen und auch zur Wahrung der Interessen der Schiffahrt dienen.

Uferdeckwerke. Dem im natürlichen Zustand nicht widerstandsfähigen Ufer wird schon durch eine Bekleidung mit Flach- oder Kopf-Rasen Schutz gewährt, aber nur oberhalb der Vegetationsgrenze des Ufers. Besser ist die Bepflanzung mit Weiden, noch zweckmässiger Spreutlagen, Rauhwehre oder Pflasterung. Unter der Vegetationsgrenze erhalten die Ufer Deckwerke aus Faschinen oder Sinkstücken mit Steinen überschüttet. Ferner Senkfaschinen, die parallel dem Flusslauf herabgerollt werden, so dass sich die höhere an der unteren stützt; das Ganze aber wird mit grobem Kies oder Bruchstein überschüttet. Das solideste Deckwerk ist aus Stein, indem die lose, über einander geschütteten Steine bei jeder erfolgenden Senkung nachfolgen können, daher Kolke im Uferfuss verhindern. Aus Ersparnissrücksichten wird auch nur der Böschungsfuss aus Stein geschüttet und bis über Wasser mit Kies hinterfüllt, doch an der äusseren Böschung mit Steinwurf bedeckt. In Gebirgsflüssen macht man Deckwerke aus Rundholz und Steinen, indem in ein Holzgerippe Bruchsteine eingefüllt werden. Indirect wird das Ufer geschützt durch Buhnen und Parallelwerke.

Buhnen werden dort angewendet, wo sie eine grössere Länge erhalten können, damit hinter ihnen eine Verlandung erfolgen könne. Ihre Richtung gegen die Strömung ist inclinant (A) Fig. 5313, rechtwinklig (B) oder declinant (C). Sie führen

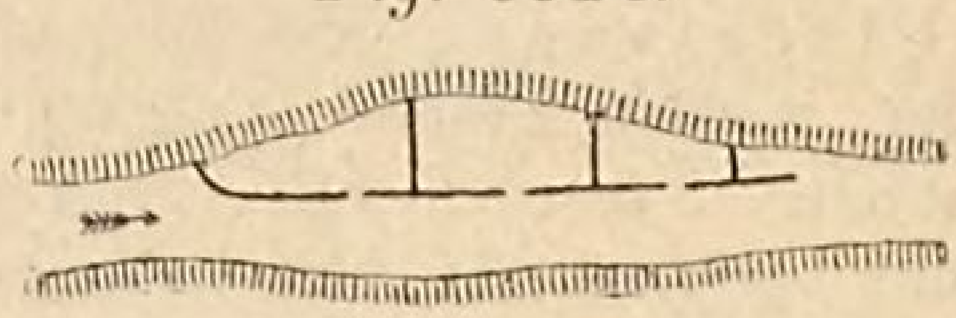
je nach dem Zweck ihrer Anlage verschiedene Namen, so Schutz-, Fang-, Treib-, Sperr-, Schöpf- und Trennungs-Buhnen. Die Buhne ist ein quer in den Fluss eingebauter dammartiger Körper, welcher bei Verengung des Durchflussprofiles diesen zwingt, theils seine Richtung zu verändern, theils sich im Profil ein tieferes Bett auszuschwemmen. An der Buhne unterscheidet man den Kopf, welcher der schärfsten Strömung ausgesetzt ist, die Wurzel, welche in das natürliche Ufer eingebunden ist, und den beide verbindenden Körper. Die Buhne steigt vom Kopf zur Wurzel an und tritt bei niedrigem Wasserstand über den Wasserspiegel hervor. Sie wird aus Schüttsteinen oder Faschinen, Sinkstücken und Packwerk hergestellt, die Buhnen-Krone oben abgepflastert oder durch Rauhwehre auch Spreutlagen gesichert. Der Kopf ist flach zu böschen und aus Sinkstücken, Senkfaschinen und Schüttsteinen herzustellen. Um der Alluvion nachzuhelfen, werden Schlick- und Flechtzäune, Pflanzungen etc. hinter der Buhne hergestellt, und damit die Ablagerung gegen das Ufer ansteige, wird auch die Buhne vom Kopf zum Fuss ansteigen, etwa 1 : 100 — 1 : 200. — Am rationellsten wird die Verlandung stattfinden, wenn man aus Sinkstücken, Senkfaschinen oder Steinen eine Grundschwelle von geringer Höhe in den Fluss einbaut, diese nach erfolgter Verlandung etwas erhöht und so einige Jahre bis zur Fertigstellung der Buhne fortfährt.

Fig. 5313.



Buhnen.

Fig. 5314.



Parallelwerk.

Parallelwerke sind ebenfalls dammartige Werke, welche den Fluss in annähernd paralleler Richtung zum natürlichen Ufer oder Wasserlauf durchziehen, die Flussbreite auf die ganze Länge der Werke hin beschränken und mit dem natürlichen Ufer nur an einzelnen Stellen durch buhnenartige Anschlusswerke verbunden sind. Sie werden aus denselben Materialien wie Buhnen gebaut und ihre Krone muss auch noch die Vegetationsgrenze übersteigen, damit die hinter ihnen sich bildenden Ablagerungen später bepflanzt werden können. Auch hier ist die successive Erhöhung der Werke nothwendig und sollen selbe regelmässig unterbrochen werden, damit sich die Sinkstoffe hinter ihnen ablagern können. Auch ist ihre Länge zu mässigen. Die Flusseite muss flach geböscht werden und der Fuss durch Steinschüttung oder Senkfaschinen geschützt sein.

Grundschwellen sind buhnenartige Bauwerke, welche so niedrig ausgeführt werden, dass sie stets unter Wasser bleiben, gewöhnlich den ganzen Fluss durchqueren und flussaufwärts sich mit Geschieben und Sinkstoffen hinterfüllen. Schlickfänge, Schlickzäune und Traversen sind ebenfalls buhnenartige Werke leichterer Bauart und werden aus Pfählen, Faschinen, Senkfaschinen und Bohlwerken hergestellt. Sie bezwecken grössere Ablagerungen von Alluvionen und werden meist hinter Buhnen oder Parallelwerken aufgestellt. Unter Schlick versteht man die aus dem Wasser sich ablagernden, in diesem suspendirten festen Stoffe.

Regulirungsaufgaben.

1. Beseitigung erheblicher Unregelmässigkeiten des Flussbettes.

Flusskrümmungen von zu geringem Radius trachtet man zu ermässigen, daher das concave Ufer durch Anlage eines Parallelwerkes vorgeschoben, das künftige convexe aber durch Buhnen geschützt wird. Buhnen eignen sich am concaven Ufer nicht, da die Schiffe an ihnen leicht havariren. Bei stark serpentinirenden Flüssen wird die Geradelegung des Flusslaufes mittelst der Durchstiche vorgenommen; diese werden entweder im vollen Flussquerprofil ausgeführt oder man legt nur einen Canal an, dessen Breite bei grossen Flüssen

etwa $^1/_{20}$—$^1/_{10}$, bei kleinen selbst bis $^1/_2$ der Normalbreite beträgt. Die Aushebung des Erdmateriales beginnt am unteren Ende und wird wegen event. Hochwassers der Durchstich mit einem Hochwasser-freien Damm umgeben. Ist der Canal beendet, so erfolgt der Durchstich des Einlaufes, der jedoch immer bei niederem Wasserstande vorgenommen werden soll, da das Querprofil sich gleichmässiger ausbildet und die Ufer nicht zerstört werden.

Hierauf muss der Serpentine das Wasser durch Coupirung entzogen und der Einlauf des Durchstiches erbreitert werden. Wegen der sich bildenden Unregelmässigkeiten der Durchstichsohle, da ja das Wasser selber die Erbreiterung des Durchstiches besorgen muss, wird nachgebaggert und das künftige Ufer durch Bruchsteinschüttungen und Faschinen gesichert. Soll ein Flussarm zum Theil oder vollkommen abgesperrt werden, so nennt man dies eine Coupirung. Geschieht dieselbe allmälig, so kann dieser verlanden. Man verringert den Querschnitt des Flussarmes am Ein- und Ausfluss derartig, dass darin eine immer geringere Strömung erfolgt. Die Coupirung, auch Sperrbuhne genannt, durchzieht den Flussarm in der ganzen Breite des Querprofils von der Sohle bis zu einer gewissen Höhe über derselben. Diese Höhe richtet sich nach der Niederwassermenge und wird successive vergrössert. Das Werk wird auch in der Nähe der unteren Mündung des abzusperrenden Armes, oft aber auch in die Mitte desselben gelegt. Wegen der Gefahr des Durchreissens werden oft 2, 3 solche Coupirungen hinter einander gebaut. Da durch die wehrartige Wirkung derselben das Bett unterhalb angegriffen wird, ist es zweckmässig, den Arm zuvor mit Sinkstücken, Senkfaschinen oder Bruchsteinen in angemessener Breite und Höhe zu durchbauen und dann erst auf der Seite stromaufwärts die Coupirung auszuführen. Am einfachsten wird eine solche Coupirung mit Steinmaterial, indem sich dieses in jeder Höhe leicht schütten lässt. Flussaufwärts ist dieses Werk mit Erde stark zu beschütten. Behufs leichterer Verlandung kommen im abgesperrten Arm Traversen, Flechtzäune und Pflanzungen zur Anwendung. Eine über Hochwasser ragende Coupirung nennt man einen Abschlussdamm. Flusspaltungen sind andererseits oft zu erhalten. Wären z. B. zwei Arme vorhanden, dann werden Anlagen nöthig, welche das Wasser proportional nach beiden Seiten vertheilen und etwa die Insel in ihren Dimensionen fixiren, also Schöpf- und Trennungsbuhnen, Uferdeckwerke und Einschränkungswerke. Beide Arme haben Normalprofile zu erhalten, die sich wie die aufzunehmenden Wassermengen verhalten. Sind beide ungleich lang, so wird sich der kürzere zum tieferen ausbilden wollen, daher Grundschwellen hineinkommen. Ueberdies werden beide an der Wiedervereinigungsstelle ungleiche Geschwindigkeiten haben, was zur Folge hat, dass sich im kürzeren infolge des grösseren Gefälles Auskolkungen, im längeren aber Sinkstoffbänke bilden. Das Letztgesagte gilt auch für Flusseinmündungen, indem die sich vereinigenden Flüsse meist ein verschiedenes Gefälle besitzen und überdies in ihren Richtungen oft zu stark divergiren. Daher trachtet man beide Gewässer möglichst parallel zusammenkommen zu lassen, wird aber immer mit Sinkstoffablagerungen zu kämpfen haben.

Wolf's Regulirungsverfahren mittelst seiner Gehänge. Diese neue Bauweise besteht in der Anordnung von schwimmenden Baukörpern, welche im Wasser je nach der Strömung mehr oder minder geneigt über der Sohle des Flusses schweben. Sie bestehen aus einer Anzahl Faschinen, die mittelst Draht an Stangen befestigt und hierdurch mit einander zu einem Baukörper verbunden werden. Je nach Erforderniss werden sie 2—5 und noch mehr Meter lang, etwa Faschinenlänge breit angefertigt und durch Pfähle, die nach bestimmter Ordnung in den Fluss eingerammt sind, mittelst Stangen und Draht in beliebiger Höhe über der Sohle (meist Niedrigwasserhöhe) festgehalten. Vor und nächst dem schwebenden Körper entstehen örtliche Stauungen und Geschwindigkeitsvermehrungen, hierdurch aber Vertiefungen und Querschnittserweiterungen, hinter demselben Geschwindigkeitsminderungen und in deren Folge Sinkstoffablagerungen. Die mit kleinen Eisenschuhen versehenen Pfähle werden 3^m vor der Baulinie $3-4^m$ tief in die Sohle eingetrieben. Der Abstand je zweier Nachbarpfähle beträgt in der Regel

2·5m. Die Gehänge werden in je zwei der von den Pfählen gebildeten Abtheilungen an den Pfählen auf Mittel- oder Niederwasserstand in der Art eingebracht, dass je 5m lange Gehänge und ebenso weite Oeffnungen abwechseln, welche beide zur Geschiebeeinführung und zur Geschiebeablagerung hinter der Bauanlage Veranlassung geben. Nach erfolgter bedeutenderer Ablagerung verhängt der Erfinder von den verbleibenden Oeffnungen je eine solche zu 5m, so dass alsdann 15m lange Gehänge mit 5m weiten Oeffnungen abwechseln. Die Ablagerungen hinter den Gehängen sind überraschend kräftig, die Kosten der Anlage und ihrer Unterhaltung sehr mässig, jedoch mangelt es noch an Erfahrung bezüglich der Anwendung dieses Verfahrens in Flüssen, welche dem Einfrieren und hierauf folgenden kräftigen Eisgang ausgesetzt sind. Die Vielseitigkeit der vom Erfinder mittelst der Gehänge gelösten Aufgaben ist eine überraschende. Näheres siehe Zeitschrift für Bauwesen 1886 pag. 515—528.

2. Befestigung der Ufer und Sicherung gegen Inundation.

Besteht das Flussbett aus wenig bindenden Bodenarten, so begünstigen die unbefestigten Ufer durch Abbruch und Sinkstoffbildung die Verwilderung des Gewässers. Bei Flüssen von geringer Breite ist eine Einschränkung des natürlichen Bettes oft nicht mehr thunlich, so dass die Befestigung des Ufers durch Deckwerke den hauptsächlichsten Theil der Regulirung bildet; bei grösseren Breiten kommen wesentlich solche Einschränkungswerke zur Anlage, welche gleichzeitig auf die Vergrösserung der Fahrtiefe, als auch auf die Befestigung und Sicherung der Ufer hinwirken. Dies wird sofort durch Parallelwerke, nach und nach aber durch Buhnen erreicht, indem letztere erst neue Ufer bilden müssen. Sehr geeignet ist die Anlage eines Parallelwerkes an einem Ufer und die Sicherung des anderen Ufers durch Deckwerke, also Pflaster etc.

Jene Terrains, welche der Inundation ausgesetzt sind, müssen auch eine Erhöhung erfahren, daher sie mit kräftigem Pflanzenwuchs zu bebauen sind, welcher die Geschwindigkeit des darüberfliessenden Wassers mässigt und die Ablagerung von Schlicktheilen bewirkt. Den wirksamsten Schutz erhält das Inundationsterrain durch Eindeichung der Niederungen und sollen diese noch der Besprechung unterworfen werden.

Inundation kann auch aus Eisstopfungen erwachsen, so in sehr scharfen Krümmungen oder aus übermässigen Profilbreiten und plötzlich schroffem Wechsel derselben. In einem solchen Falle hilft am wirksamsten der durch den Aufstau erzeugte Wasserdruck.

3. Festlegung und Verminderung der Sinkstoffe.

Die durch Seitenzuflüsse, Abschwemmungen und Uferabbrüche zugeführten Sinkstoffe geben infolge ihres Vorrückens in der Richtung flussabwärts Veranlassung zu allen möglichen Unregelmässigkeiten. Baggerungen helfen nur vorübergehend. Auch die Uferbefestigung ist nicht vollkommen ausreichend. Daher erstrebt man die dauernde Festlegung eines grossen Theiles der im Flussbett vorhandenen Sinkstoffbänke mittelst Einschränkungswerken. Durch Einbau dieser Werke wird schon ein grosser Theil der beweglichen Bänke der Verschiebung entzogen und überdies Anlass zu weiteren Ablagerungen geboten. Im eingeschränkten Profil wird aber die vermehrte Wassergeschwindigkeit eine raschere Verschiebung der Bänke bewirken und durch Vertiefung der Profile viel günstigere Fahrtiefen erzeugen. Die Regulirung strebe man immer von oben herab zu beginnen, doch ist die Anlage der Buhnen von unten herauf der Verlandung wegen zweckmässiger.

4. Annahme einer Normalprofilbreite.

Da für die verschiedenen Wassermengen eines Flusses verschiedene Normalprofilbreiten nothwendig wären, begnügt man sich meist mit einer solchen für einen mittleren Wasserstand. In Niederungen kommt noch das Hochwasserprofil hinzu, indem die Anlage der Deiche nach dem grössten Durchflussquantum bemessen wird. Die Berechnung dieser Normalprofile hängt von der abzuführenden Wasser-

menge, dem Gefälle des Flusses, der zulässigen mittleren Wassergeschwindigkeit, dem Flussgeschiebe etc. ab. Siehe Wassermessung.

5. Beseitigung der Schiffahrtshindernisse.

Solche sind Fels- und Steinbänke, ebenso ältere Wehre. Hier kann nur durch Sprengen (s. d.) und Räumungsarbeiten oder durch Umgehung der unpassirbaren Flusstrecke mittelst eines schiffbaren Canales geholfen werden. Auch ist oft die Anlage einer Kammerschleuse unerlässlich. Steinblöcke und Baumstämme sind häufig Schiffahrtshindernisse. Flusschnellen, also Strecken mit oft zu starkem Gefälle, können nur durch Umgehung, ferner durch Verlängerung der Schnelle durch unterhalb errichtete Einschränkungswerke gemildert werden. Gefährliche Schnellen erheischen Kammerschleusen.

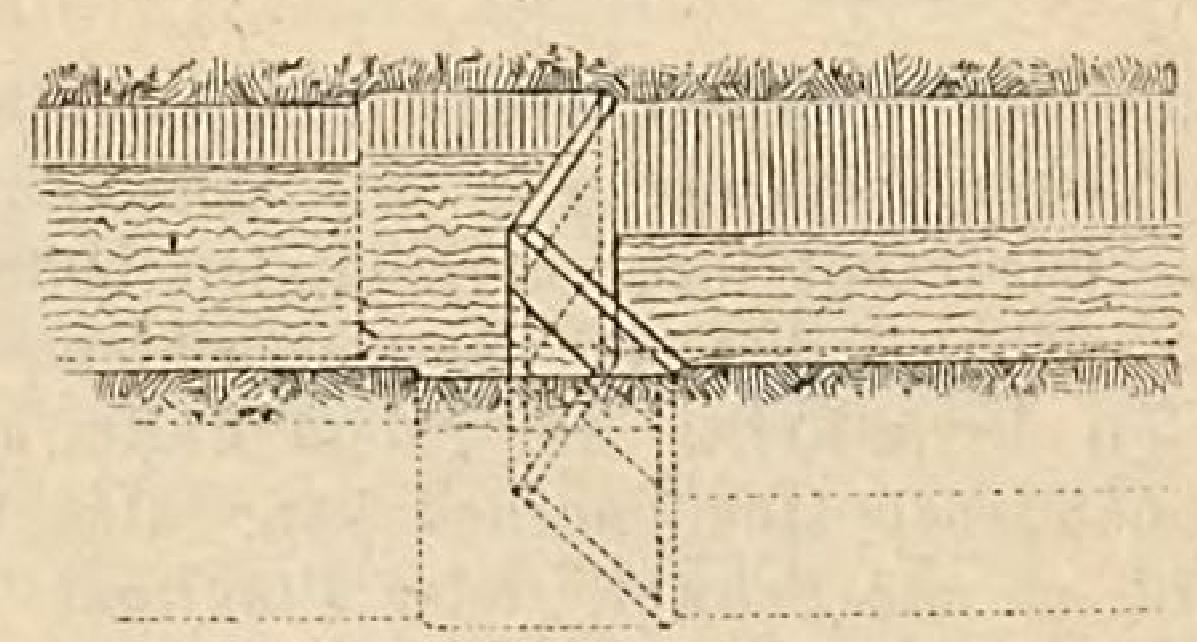
Literatur: Minard. Cours de construction. Paris 1841.
Minard. Construction des ouvrages de la navigation. Liège 1851.
Correction des Rheins. Karlsruhe 1863.
Binnenflussbau in Baden. Karlsruhe 1863.
Wex. Regulirung der Donau bei Wien. Wien 1880.
Lagrené. Cours de navigation intérieure. Paris 1869.
Lohse. Elbstromcorrection. Dresden 1871.
Die Bestimmung von Normal-Profilen für die Elbe. Kgl. Elbstrom-Bauverwaltung zu Magdeburg. Magdeburg 1885.
Schlichting. Zur Schiffbarmachung der Flüsse. Berlin 1876.
Donauregulirung bei Wien. Wien 1875.
Schmidt. Regulirung der Elbe in Sachsen. Dresden 1880.
Kovatsch. Das obere Fellagebiet und seine Wasserbauten. Wien 1881.
Stevenson. Canal and river-engineering. Edinburgh 1872.
Project zur Correction der Unterweser. Leipzig 1882.
Nosek. Ueber Regulirung von Gebirgsflüssen. Brünn 1881.

Schiffahrtscanäle *(canaux — ship canals).*

Ursprünglich war der Schiffahrtscanal eine künstliche Wasserstrasse mit mehr oder weniger geringem Gefälle von einem bis zum anderen Ende. Grössere Gefälle wurden durch Wehre mit Schiffsdurchlass überwunden (China heute noch). Erst das 17. Jahrhundert machte den Canal auch im Hügellande vermittelst der Kammerschleuse möglich. Man unterscheidet See- und Binnenschiffahrtscanäle, ferner in Torfgegenden die Moor- und Veencanäle, welch' letztere zur Verfrachtung des Torfes und Urbarmachung dienen. Nach den Höhenverhältnissen unterscheidet man: 1. Den Canal in der Niederung, namentlich in der Nähe der Strommündungen 2. Seitencanäle, welche nur in Thalsohlen angelegt werden. 3. Verbindungscanäle, welche Wasserscheiden überschreiten, dieselben ersteigen mittelst Schleusen die Hochplateaus, auf denen sich dann die horizontale Scheitelstrecke befindet. Kurze Seitencanäle, welche ein Hinderniss (Wehr) überwinden, nennt man Umgehungscanäle; lange, welche neben einem Flusslauf angelegt sind, um die Schiffahrt des dazu wenig geeigneten Flusses zu übernehmen: Lateralcanäle.

Die Kammerschleuse basirt darauf, dass zwei Thore (Fig. 5315) durch den Höhenunterschied zweier Wasserspiegel mit einander und gegen ihre Wände einen möglichst guten Verschluss erfahren und dadurch die beiden Niveaus in ihrer Höhendifferenz erhalten. Werden zwei solche Doppelthore in einer gewissen Entfernung hinter einander benützt, so bieten sie einen Raum, welcher durch Wasserzuführung einmal auf die Höhe des oberen Niveau gebracht, das anderemal aber durch Wasserablassen bis zum unteren Niveau gesenkt werden kann. Ist nun das Wasser vor und hinter einem solchen Thor in gleichem Niveau, so können, da kein Ueberdruck mehr die Thore schliesst, diese geöffnet werden. Das Heben dieses Wasserspiegels erfolgt durch Speisung aus der oberen Strecke, der sog.

Fig. 5315.

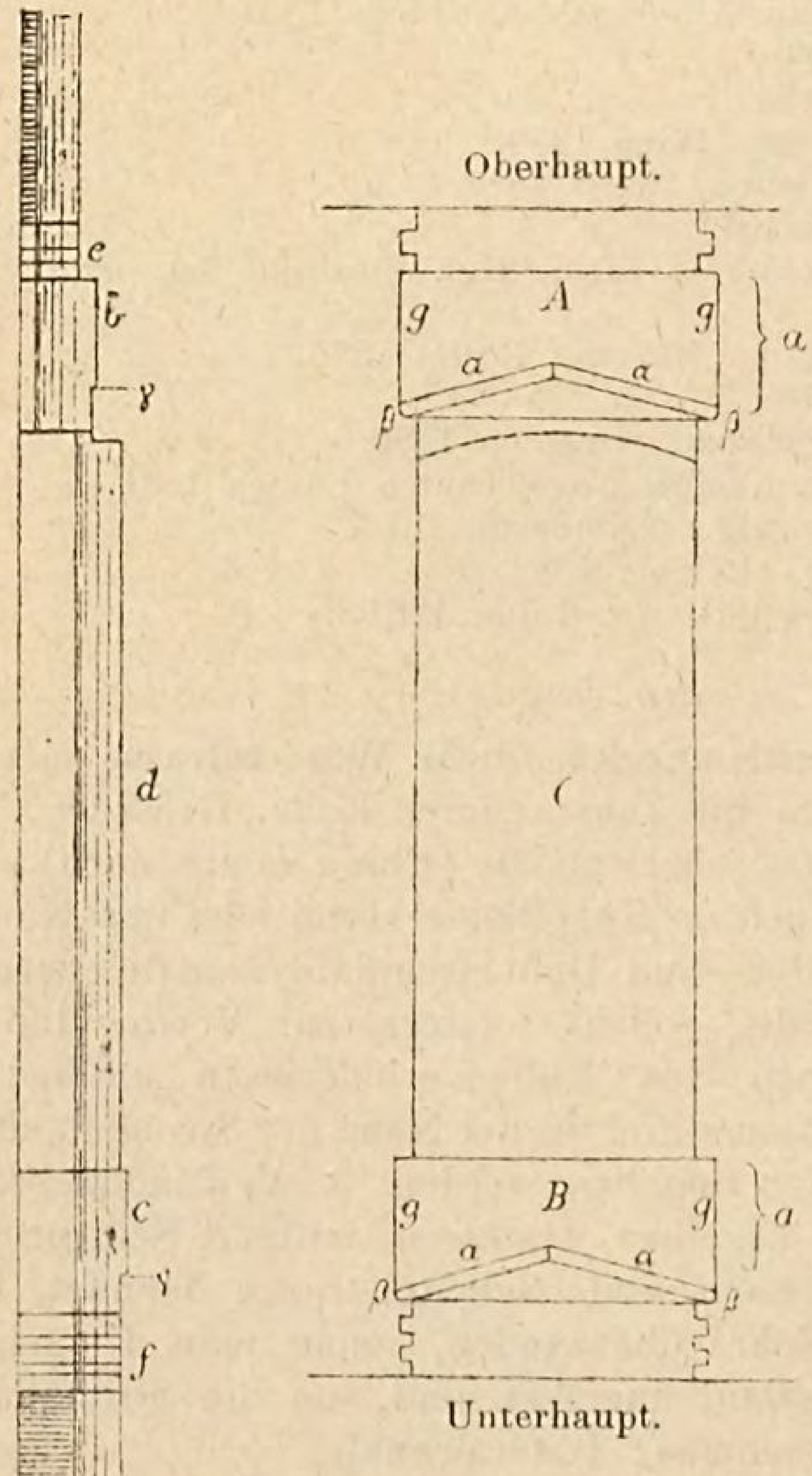


Kammerschleuse (in Perspective gezeichnet).

oberen Haltung; das Senken durch Ablassen des Wassers in die tiefere Strecke, also untere Haltung. Um das Wasser ein- und abzulassen, sind die Thore mit Schützen versehen, oder es sind zu diesem Behufe im Mauerwerk sog. Umläufe vorhanden, d. s. gemauerte verschliessbare Canäle, welche, wie der Name andeutet, das Wasser um das Thor herumführen. Ist der Raum zwischen beiden Doppelthoren für Schiffe bemessen, so heisst er die Schleusenkammer.

Die Kammerschleuse (siehe Fig. 5316). Man unterscheidet an derselben drei Hauptheile, nämlich die beiden Häupter: das Ober- und Unterhaupt *A* und *B* und den zur Aufnahme der Schiffe bestimmten mittleren Raum *C*, die Schleusenkammer. Die Häupter erhalten Oeffnungen von solcher Weite, dass die grössten Schiffe, die hindurchgehen sollen, kein Hinderniss finden. Diese Oeffnungen werden durch Thore geschlossen, die sich gewöhnlich um verticale Achsen drehen und Stemmthore heissen, weil zwei Thorflügel α sich gegen einander, gegen die Wendenische β und gegen die Schwelle oder den Drempel γ stemmen. In jedem der beiden Häupter unterscheidet man die Thorkammer *a*, in der sich die Thore bewegen, ferner den Boden des Oberhauptes (Oberboden) *b* und jenen des Unterhauptes (Unterboden) *c*, welch' letzterer mit dem Boden der Kammer zusammenfällt. Zwischen Ober- und Unterboden liegt der Abfallboden *d*. Oberhalb der Thorkammerböden liegen die Vorböden *e* und unterhalb derselben die Hinterböden *f*. Die Vor- und Hinterböden nebst den dazu gehörigen Mauern haben nur die Anbringung der Dammfalze zum Zwecke, damit man bei vorkommenden Reparaturen einzelne Schleusentheile durch Einlegen von Dammbalken wasserdicht abschliessen kann. An beiden Seiten der Thorkammer sind die Thornischen *g*, in welche bei geöffneten Thoren die Thorflügel geschoben werden, und jener Theil derselben, worin sich die Wendesäule des Thores (Achse) dreht, heisst Wendenische (β). Hier befindet sich auch der Drempelanschlag γ ein senkrechter Vorsprung im Boden, gegen den die Thorflügel mit ihrer horizontalen Unterkante schlagen.

Fig. 5316.



Kammerschleuse.

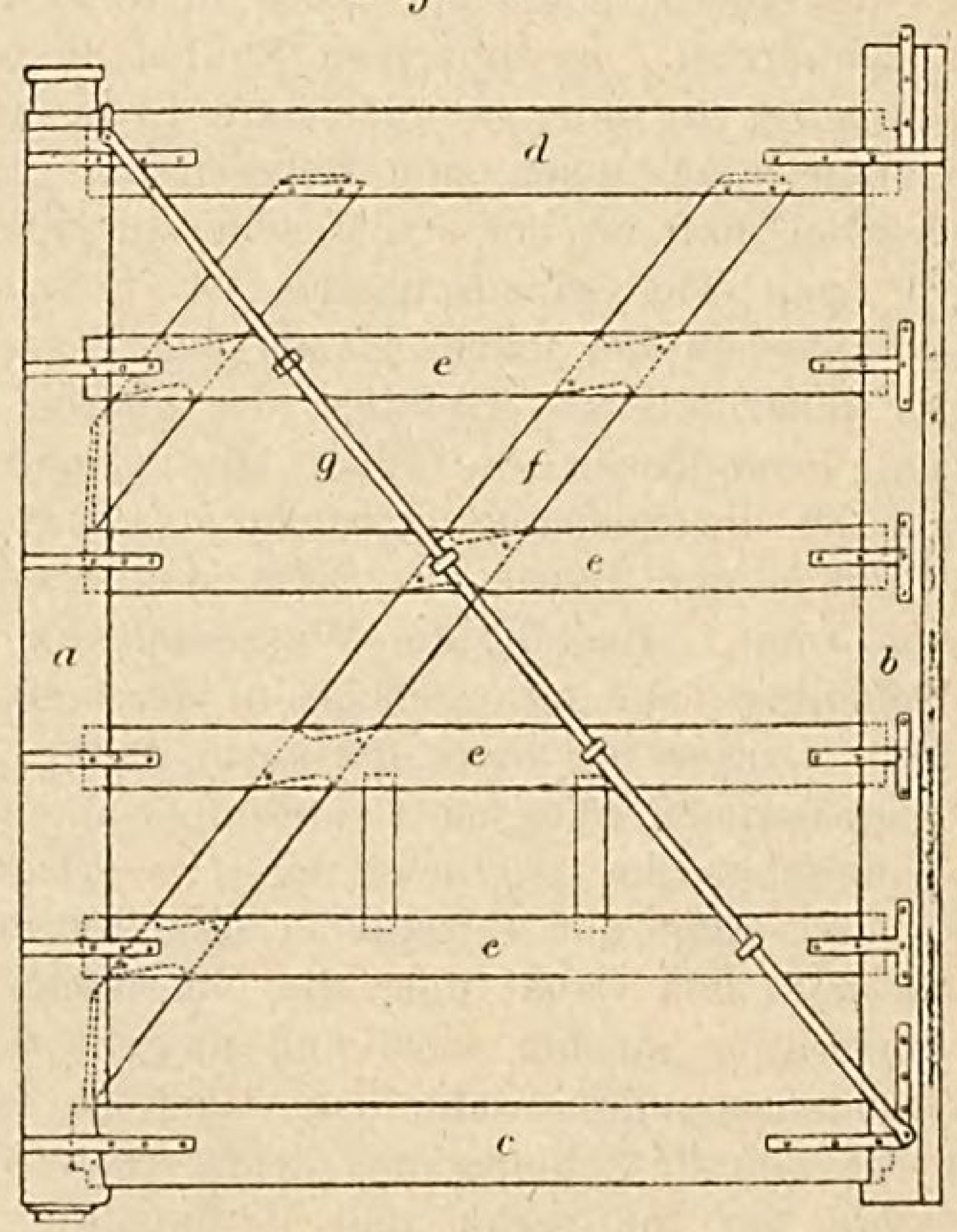
(Längsschnitt.) (Grundriss.)

Der Boden der Kammerschleuse wird aus Holz oder massiv in Stein und Beton hergestellt. In jedem Falle muss er wasserdicht sein und einem etwa vorhandenen Quellendruck von unten nach aufwärts widerstehen können. In Holz wird er als Schwell- oder Pfahlrost construirt, mit doppeltem Bohlenbelag versehen, und um die Quellen von aussen abzuschneiden, mit einer Spundwand umgeben. Spundwände legt man unter jeden Drempel und ausserdem mindestens an den Enden der Schleuse an. Längsspundwände kommen nur bei grosser Tiefe oder stark quelligem, triebsandigem Boden zur Anwendung. Massive Böden bestehen entweder aus einem umgekehrten Gewölbe, um den Druck nach aufwärts zu übertragen oder es wird bei durchlässigem Untergrund eine Betonlage von 0·6

bis 0·9ᵐ Stärke geschüttet und auf diese jenes Gewölbe gelegt. Die Kammerwände sind selten noch aus Holz, sondern meist massiv gebaut und bei hölzernen Böden direct aufgesetzt. Die Mauern der Schleusenhäupter werden verstärkt, da sie den Druck der Thore zu übernehmen haben. Das Material zu den massiven Theilen ist Bruch- oder Backstein; dagegen werden die Drempel, die Thor-Nischen, die Dammfalze und die Wendenischen aus Werkstein hergestellt. Kommen Backsteine zur Verwendung, so sind nur glasig gebrannte Klinker verwendbar, weil weichere bald zerfallen. In den Häuptern sind die Umläufe vorhanden, d. s. Seitencanäle, welche die Communication des Wassers um die Thore herum ermöglichen und deren grösster Vortheil darin besteht, dass die Kammer schneller und ruhiger gefüllt und entleert werden kann als mit Hilfe der Schützen in den Thoren.

Die Zusammenfügung der Kammerschleusen-Thore erfolgt aus Holz, neuerer Zeit häufig aus Walzeisen, und die Theile, aus denen sie bestehen, sind bei hölzernen (siehe Fig. 5317): *a*) die Wendesäule, *b*) die Schlagschwelle, *c*) der Schwellrahmen, *d*) der Brückrahmen, *e*) die Thorriegel, *f*) die Strebe, welche das Sacken des Thores zu verhindern hat, und *g*) das Zugband zu demselben Zweck. Diese Balken bilden das feste Gerippe des Thores. Die Zwischenfüllung oder Bekleidung bilden dann meist schräg gegen die Horizontale gelegte Bohlen. Die Thore sind oben mit Laufbrücken versehen, von denen aus die Schütze bedient wird. Die Wendesäule ruht auf einem eisernen Zapfen, der in einer Pfanne läuft, und wird oben durch ein Halsband, das verankert ist, gehalten. Beide Thorflügel bilden geschlossen einen stumpfen Winkel, der am günstigsten 144° 44′ ist, was ein Verhältniss der Höhe des Drempeldreiecks zur Schleusenbreite von 1 : 6 ergibt. Die Excentricität des Thorrückens des geöffneten Thorflügels gegen die Wendenische ist zweckmässig, um beim Oeffnen und Schliessen der Thore möglichst wenig Reibung und Abnutzung der Wendesäule und Wendenische zu erhalten, und daher findet der wasserdichte Abschluss zwischen beiden nur bei geschlossenem Thore statt. Zum Drehen der Thore bedient man sich der Zugstange, einer gewöhnlichen hölzernen Stange oder einer solchen mit Zähnen versehen, womit sie in ein an einer Winde angebrachtes gezahntes Rad eingreift; ferner des Drehbaumes, einer hebelartigen Verlängerung des Brückrahmens, und eines guss- oder schmiedeisernen Quadranten an dem oberen Rahmen befestigt, der in ein Getriebe eingreift. Es gibt noch andere Bewegungsmechanismen, so namentlich hydraulische für schwere Thore, doch kann hier detaillirter darauf nicht eingegangen werden. Die Construction und Art der Bewegung der Thore ist eine sehr mannigfaltige. Eiserne Thore stellen sich ökonomischer als eichene, indem sie wahrscheinlich von 30 bis 60 Jahren dauern, während hölzerne höchstens 15 Jahre aushalten. Ueber eiserne Thore können Specialwerke nachgesehen werden.

Fig. 5317.



Kammerschleusenthor.

Trassirung. Diese wird ganz analog jener einer Eisenbahnlinie vorgenommen, doch nehmen noch einige Momente besonderen Einfluss. Es sind in der Regel beim Entwurf die

beiden Endpunkte des Canals mehr oder weniger vorgeschrieben und man sucht jene verbindende Linie im Terrain, welche für den Canal die wenigsten Anlagekosten und die grösste Sicherheit des Verkehrs verspricht. Diese Linie setzt sich aus Geraden und Curven zusammen. Die ersteren wählt man nicht sehr lang, weil der Wellenschlag und das Auftreiben der Wellen mit der Länge derselben zunimmt, und beschränkt die Radien der Curven, indem sich diese auch nach der Länge der Schiffe, die in Anwendung kommen, richten müssen. Man muss darauf achten, dass die Auf- und Abträge sich nahezu ausgleichen und legt die Canalsohle der einzelnen Haltungen horizontal oder gibt ihr auch ein Gefälle 1 : 100.000.

Der wesentlichste Factor einer Canalanlage ist der Wasserbedarf und seine Deckung. Er ergibt sich: 1. Aus der Oberflächenverdunstung, 2. dem Einsickern, 3. durch mangelhaften Schluss der Thore und 4. durch die Schiffahrt selbst. — 1 Berechnet sich nach der Verdunstung, die im Sommer bei grösster Dürre eintritt und wird z. B. von Hagen mit $4{\cdot}35^{mm}$ in einem Tage angenommen. 2 Gibt einen viel grösseren Verlust, der jedoch je nach der Bodenart variirt, daher dieser Werth nicht angegeben werden kann. Auch wächst er mit der Höhendifferenz des Wasserspiegels gegen das Grundwasser. Namentlich gross ist er bei erstmaliger Füllung des Canals, oder wenn eine Strecke behufs Reparatur trocken gelegt werden musste. Um dem zu begegnen, wäre die vollkommenste Weise jene, die Canalstrecke mit wasserdichtem Belag zu versehen; doch beschränkt man sich darauf, an einzelnen Stellen zu betoniren, z. B. über zerklüfteten Fels, groben Kies etc. oder wendet fette Erde, auch Sand mit stark getrübtem Wasser und Thonschlagmassen zum Belegen an. Der Wasserbedarf bei 3 ist nicht unbeträchtlich und ist bei selbst sehr sorgfältiger Ausführung der Thore noch mit 600^{cbm} per Tag einzuschätzen. 4 Erfordert die grösste Wassermenge, indem beim Schleusen bei jedem Heben des Wasserspiegels in der Kammer die Wassermenge innerhalb des Gefälles der oberen Haltung entnommen wird. Alle diese Punkte beeinflussen die Wahl der Canallinie. Bei einem Canal mit Scheitelstrecke ist die Speisung dieser in der Regel sehr schwierig; dann hat die Lage der Quellen und Bäche zur Seite der Wasserscheide den wesentlichsten Einfluss auf die Linie. Besteht die Wasserscheide aus einer sumpfigen Ebene, so liegt die Scheitelstrecke naturgemäss in der tiefsten Einsenkung der Wasserscheide. Ist sie aber wasserarm, dann muss zur Anlage von Reservoirs oder Pumpanlagen Zuflucht genommen oder ein Canaltunnel angelegt werden. Man trachtet insbesondere die Scheitelstrecke möglichst lang zu erhalten, weil sie einigermassen als Reservoir dienen kann und Unregelmässigkeiten der Schleusungen ausgleicht. Ferner vermeidet man den Canal über die Oberfläche des natürlichen Bodens zu legen, weil die Infiltration stärker wird und umgeht thunlichst die Anlage aller Kunstobjecte. Das Schleusengefälle richte man nach der disponiblen Wassermenge ein, so zwar, dass die oberste Schleuse mit dem grössten Fall versehen wird, die folgenden nach Massgabe der Infiltration und Verdunstung abnehmend, bis wieder ein neuer Zufluss in den Canal erfolgt.

Schwierigkeiten ergeben sich nur, wenn der Canal einen geschiebeführenden Bach kreuzt; da legt man ersteren so hoch, dass letzterer unter demselben durchgeleitet werden kann. Mündet der Canal in einen Fluss, so legt man die Schleuse so nahe als möglich an den Strom, weil der Canaltheil, welcher der Stromeinwirkung direct ausgesetzt ist, immer mit Verschlammungen zu kämpfen hat. Auch muss die Canalmündung stromabwärts gerichtet und an eine concave Krümmung des Ufers gelegt werden.

Das Querprofil muss so gross sein, dass zwei beladene Canalboote bequem an einander vorbeifahren können. Freilich ist die Dimensionirung der Canäle so verschieden, dass daraus viele Nachtheile erwachsen. In Frankreich und Deutschland wurden Normalprofile, die sich dem Verkehr accomodiren sollen, vorgeschlagen, doch sind die finanziellen Schwierigkeiten für die Reconstruction bestehender Canäle sehr bedeutend und daher die Durchführung dieser Normen nur bei neuen Anlagen in Aussicht. Dem Querprofil ist bei Annahme zweifacher Böschung als Canalquerschnitt der $4\frac{1}{2}$fache Schiffsquerschnitt zu geben und müssen Brücken mit ihrer Unterkante mindestens 4^{m} über dem Wasserspiegel liegen. Verengungen

finden statt unter massiven Brücken, in engen Felsthälern, an Strassen, wenn der Canal an steilen Lehnen entlang geführt wird, bei Gebäuden etc. — Daher sind dann auch, um den Verkehr nicht zu behindern, Ausweichstellen einzuschalten. Andererseits finden Verbreiterungen des Canalquerschnittes statt bei kurzen Canalhaltungen, wenn dem Canal in der Niederung das Material zur Herstellung der Dämme fehlt, in Canalhäfen und bei scharfen Krümmungen; ferner bei Schleusen, um das Ein- und Ausfahren der Schiffe ohne gegenseitige Behinderung zu ermöglichen.

Die seitliche Begrenzung der Canäle besteht aus Mauern oder Böschungen. Letztere sind in Fels meist senkrecht; bei gewöhnlicher Dammerde $1^1/_2$fach, bei lockerer Erde 2fach veranlagt. Zur Vermeidung von Uferabbrüchen durch Wellenschlag bringt man in geringer Tiefe unter dem Wasserspiegel Bankete oder Bermen von mässiger Breite an und bepflanzt sie mit Schilf und anderen Wasserpflanzen, die dazu dienen, den Wellenschlag zu brechen. Oberhalb legt man Rasenbekleidung. Zur Beförderung der Schiffe durch Pferde dienen ein oder zwei Leinpfade von 1·8—3^m Breite und in geringer Höhe über dem Wasserspiegel.

Oft treten Abänderungen der gewöhnlichen S c h l e u s e n f o r m ein. Nimmt eine Schleuse zwei Schiffe auf, so heisst sie „Doppelschleuse". Denselben Zweck erfüllen auch die „Parallelschleusen", d. h. zwei neben einander liegende und nun durch eine Mittelmauer getrennte Schleusen. Findet eine Anordnung von mehreren Schleusen direct hinter einander statt, so nennt man sie „Kuppelschleuse". Kann eine Schleuse eine grössere Zahl Schiffe aufnehmen, dann heisst sie „Kesselschleuse". Um an Wasser zu sparen, hat man Schleusen mit Seitenbassins gebaut, in welche ein Theil der Füllung geleitet wird, um später die Schleuse wieder zum Theil zu füllen. Liegen zwei einfache Schleusen neben einander, so kann immer die eine zur Aufnahme und Wiederabgabe eines Theiles des in der anderen Kammer enthaltenen Wassers dienen. Schleusen mit beweglichen Kammern, sogenannte Ascensoren, werden zur Ueberwindung grosser Gefälle erbaut; ihre Einrichtung ist derart, dass zwei Kammern neben einander sich vertical in entgegengesetzter Richtung bewegen und entweder auf Ketten hängen, oder von hydraulischen Stempeln getragen werden. Schiefe Ebenen für Schiffstransporte sind vielfach zur Ueberwindung grosser Gefälle in Anwendung. Im letzteren Falle wird das Schiff auf eigens construirten Loris, welche mit hydraulischen Stempeln behufs gleichmässiger Druckvertheilung versehen sind, oder in fahrbaren Kammerschleusen aus einer Haltung in die andere befördert.

Ascensoren sind erbaut in Anderton in England, sowie in Fontinettes bei St. Omer in Frankreich. Letzterer ersetzt 5 Schleusen, überwindet ein Gefälle von $13{\cdot}13^m$ und befördert Schiffe von 300 Tonnen Deplacement. Die Kammern sind $40{\cdot}0^m$ lang, $5{\cdot}8^m$ breit, $2{\cdot}1^m$ tief und jede wiegt mit Wasser gefüllt 800 Tonnen. Die Plunger haben $17{\cdot}0^m$ Höhe, $2{\cdot}06^m$ Durchmesser und arbeiten mit 27 Atm. Druck.

Die schiefe Ebene fand häufigere Anwendung, so am Elbing-Oberländischen Canal, am Cheasepeak-Ohio-Canal, bei der Chigneto-Schiffseisenbahn etc. und ist projectirt für den Nicaragua-Canal.

Die S p e i s u n g der Canäle ist von grösster Wichtigkeit. Die Zeit des grössten Wasserbedarfs derselben fällt gewöhnlich mit der geringsten Ergiebigkeit der natürlichen Gewässer zusammen. Die natürlichste Speisung ergibt sich aus vorhandenen fliessenden und stehenden Gewässern, denen das Wasser oberhalb der Verbrauchsstelle entnommen und mit freiem Gefälle dem Canal zugeführt wird. Reichen diese Wässer nicht aus, so benützt man Pumpwerke, oder baut grosse Reservoire, in denen das Wasser der regenreicheren Perioden aufgestaut wird, um den Bedarf zu decken. Jene Speisegräben, welche das Wasser dem Canal zuführen, nennt man Zubringer; an ihrer Abzweigungsstelle aus fliessenden Gewässern wird in der Regel ein Schützenwehr gebaut, um den Wasserspiegel zu heben und einen stärkeren Einlauf zu erzielen. Aber auch die Einmündungsstelle in den Canal bekommt ein Schützenwehr und eine Ablasschleuse, um das überschüssige Wasser in einen Entlastungsgraben zu leiten, der dasselbe dem nächsten natürlichen Wasserlauf zuweist.

Oft ist der Zufluss in den Canal so reichlich, dass eine Entlastung desselben nothwendig wird. Diese erfolgt nun auf verschiedene Art, u. zw. 1. durch die Schützen und Umläufe der Schleusen, 2. durch am Canal angebrachte massive Ueberfälle, 3. durch Grundablässe und 4. auch durch saugheberartige Canäle.

Reservoire erhält man durch Absperrung günstig gestalteter Thäler durch Erddämme oder Mauern, welche mit Vorrichtungen zum Ablassen des Wassers versehen sind. Oft treten Verhältnisse ein, wo man zur Ausführung eines Canaltunnels gezwungen wird. Dies ist ein Tunnel mit einem Canalbett für ein Schiff und wird derselbe oft noch mit einem Leinpfad versehen. Der Wasserquerschnitt wird nur um den 3. oder 4. Theil grösser als jener des Schiffes angenommen.

Bäche und Flüsse, die den Canal kreuzen, werden selten in denselben gelegt. Am häufigsten leitet man sie unter demselben hindurch. Ein solcher kleinerer Bau heisst Durchlass, bei Flussüberschreitungen Canalbrücke. Ist die Höhe des Canales über dem natürlichen Terrain eine zu geringe um Durchlässe zu bauen, so eignen sich gusseiserne Röhren sehr gut.

Canalhäfen werden dort angelegt, wo grössere Güterumsätze erfolgen, ebenso an der Einmündung eines Canales in einen Fluss, um den Schiffen Schutz vor Hochwasser zu bieten. Der Dienst erfordert Schleusenwärterwohnungen, Signalvorrichtungen, Diensttelegraphen etc.

Der Schiffahrtskanal bietet grosse Vortheile gegen den schiffbaren Fluss, so vor Allem die Sicherheit des Verkehrs, die Gleichmässigkeit des Wasserstandes, und die Bequemlichkeit des Leinenzuges nach jeder Richtung, da die Strömung des Wassers ausgeschlossen ist; vor Allem aber den, dass Orte, die von schiffbaren Flüssen ganz entlegen sind, der Schiffahrt erschlossen werden können. Ueberdies zieht ein Pferd auf guten Strassen ca. 20 Ctr., auf Canälen aber selbst 12—1500 Ctr. Im Vergleiche mit der Eisenbahn liegt sein Vortheil in der Verfrachtung von Massengütern, deren Fracht auf der Eisenbahn der Kosten wegen oft ausgeschlossen ist; das Be- und Entladen der Schiffe ist aller Orten möglich und ferner ist der Canal eine öffentliche Strasse, die jedermann innerhalb der polizeilichen Vorschriften ganz beliebig benützen kann.

Literatur: Krantz. Bericht über Wasserstrassen in Frankreich. Wien 1875.

Stephenson. The principles and practice of canal and river engineering. Edinburgh 1872.

Minard. Cours de construction des ouvrages qui établissent la navigation des rivières et des canaux. Paris 1841.

Lagrené. Cours de navigation intérieure. Paris.

Graeff. Construction des canaux et des chemins de fer.

Canalisirung der Flüsse (*canalisation en lit de rivière — canalisation of rivers*).

Wasserarme Flüsse können der Schiffahrt durch Canalisirung zugewendet werden, indem man feste oder bewegliche Wehre zum Aufstauen des Niederwassers in einzelnen Haltungen und Kammerschleusen zur Ueberwindung des Höhenunterschiedes zweier Haltungen verwendet. Hiebei treten aber noch andere Aufgaben in den Vordergrund, so die Regulirung des Flusses (s. vorletztes Capitel, doch sei bemerkt, dass eine Beschränkung der Flussbreite hier nicht nöthig wird und nur die niedrigeren Uferflächen vor Ueberstauung zu bewahren sind) ferner Entwässerungsanlagen der Ufer, Seitencanäle und Leinpfade.

Die einzubauenden Stauwerke haben die Aufgabe, die Strömung durch Concentration des Gefälles auf einzelne Querprofile des Flusses zu mässigen und die erforderliche Fahrtiefe zu erzielen. Daher ermittelt man die Gefälle und Wassermengen desselben, rechnet die erforderlichen Stauhöhen und daraus die Stauweiten. Diese beeinflussen die Wahl des Profiles, in welche das Stauwerk einzubauen ist, doch kommen noch die Gestaltung des Flussbettes, der Sohle, des Inundationsgebietes, die Lage von Ortschaften, Industrien u. dgl. in Betracht. Mit Vortheil benützt man nicht zu schmale und nicht zu breite Profile, besonders aber Flusspaltungen und legt in den Hauptarm das Wehr, in den Nebenarm die Schleuse. Früher wandte man feste Wehre an, die jedoch, um das Abfluss-

profil nicht zu sehr einzuschränken, eine möglichst grosse Länge erhalten mussten, und dies erzielte man durch ihre schräge Stellung zur Flussrichtung. Neuerer Zeit zieht man Nadelwehre vor. Die stauende Fläche wird durch sogenannte Nadeln, gebildet, die ihren unteren Stützpunkt an der festen Wehrschwelle, den oberen an eisernen, umlegbaren Böcken finden. (Vergl. pag. 261.) Das aufgerichtete Nadelwehr mit den Nadeln staut bei der minimalen Zuflussmenge den Wasserspiegel des Flusses derart an, dass die Wassertiefe das normirte Minimum nicht unterschreitet. Bei zunehmender Wassermenge wird durch Beseitigung von Nadeln der Wasserspiegel auf constanter Höhe erhalten und die frei gewordenen Wehrböcke auf den festen Wehrkörper umgelegt. Bei Hochwasser fliesst das Wasser über das ganz umgelegte Wehr hinweg; die Schiffahrt folgt dem Strome und nimmt bei mittleren Wasserständen ihren Weg durch eine als Schiffsdurchlass mit niedriger Schwelle construirte Oeffnung, während eine zweite Oeffnung mit höherer Schwelle als Ueberfallwehr dient. Bei niedrigeren Wasserständen benützen die thalwärts fahrenden Schiffe, die neben dem Wehr im Flussbett oder in einem Seitencanale angebrachte Kammerschleuse. Zu Beginn des Winters wird das ganze Wehr, um Beschädigung bei Eisgang zu verhindern, umgelegt und im Frühjahr wieder aufgerichtet. Manchmal verbindet man diese Anordnung noch mit einem steinernen Ueberfallwehr, Fig. 5318, dessen Krone 10^{cm} unter die normale Stauhöhe reicht, sowie mit einem Fischpass, um die Flüsse den Wanderfischen zugänglich zu machen. Hinsichtlich der Schleuse ist zu erwähnen, dass sie ein- oder mehrschiffig erbaut wird, oder auch beiderlei Gattungen neben einander vorkommen. Sehr zweckmässig ist die Schleuse mit 3 Thorpaaren, wie sie nebenstehende Figur 5319 versinnlicht, die für ein Schiff allein oder für

Fig. 5318.

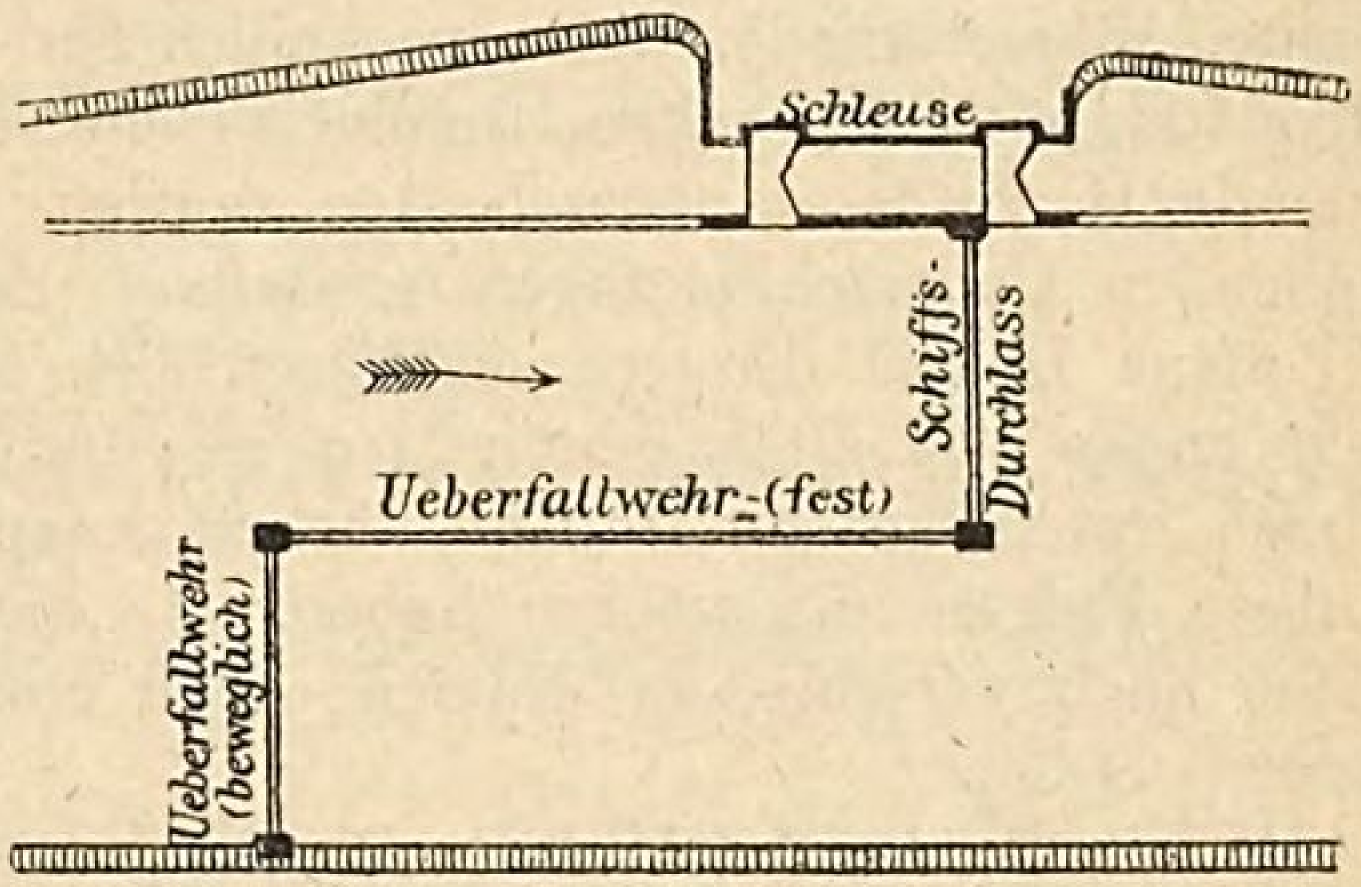
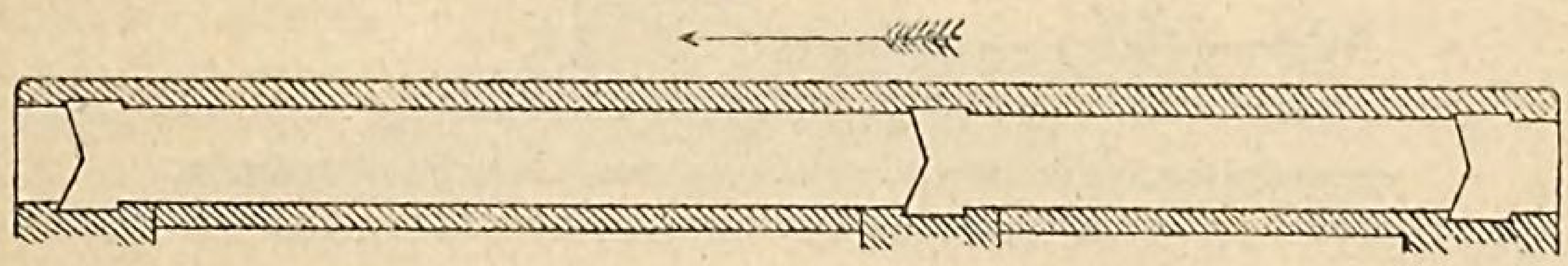


Fig. 5319.



einen ganzen Schiffszug dienen kann. Nachtheilig ist bei der Canalisirung die durch den gehobenen Wasserspiegel vermehrte Ueberschwemmungsgefahr der Flussufer, die Hebung des Grundwasserstandes der letzteren und die mit den Wehren verbundene Ablagerung der Sinkstoffe, wodurch das Flussbett sich stätig erhöht. Daher empfiehlt sich die Canalisirung nur für Flüsse mit tief eingeschnittenen Betten, für seicht liegende Gewässer aber die Anlage von Seitencanälen (Lateralcanäle). Dann wird der Fluss nur zur Speisung der letzteren ausgenützt und man ordnet nur dort Wehre an, wo es die Wasserentnahme für den Canal erheischt. Dieser Canal zieht sich entlang dem Fluss, übernimmt die ganze Schiffahrt und überlässt nur die Flösserei dem Flusse. Durch Dämme und eine Schutzschleuse am Beginn ist der Canal gegen Hochwässer zu schützen. Wenn die Ufer durch das gehobene Grundwasser für die Cultur gefährdet sind, so muss auch durch eigens ausgehobene Gräben die Entwässerung derselben vorgenommen werden und dieses Wasser unterhalb des nächsten stromabwärts liegenden Stauwerkes abgeleitet werden.

Literatur: Hans M. La canalisation de la Meuse. Bruxelles 1880.
Lagrené. Cours de navigation etc. Paris 1869—74.
Schlichting. Canalisirung der Mosel von Arnaville bis Metz. Zeitschrift für Bauwesen 1874.
Ferner allgemeine Werke über den gesammten Wasserbau.

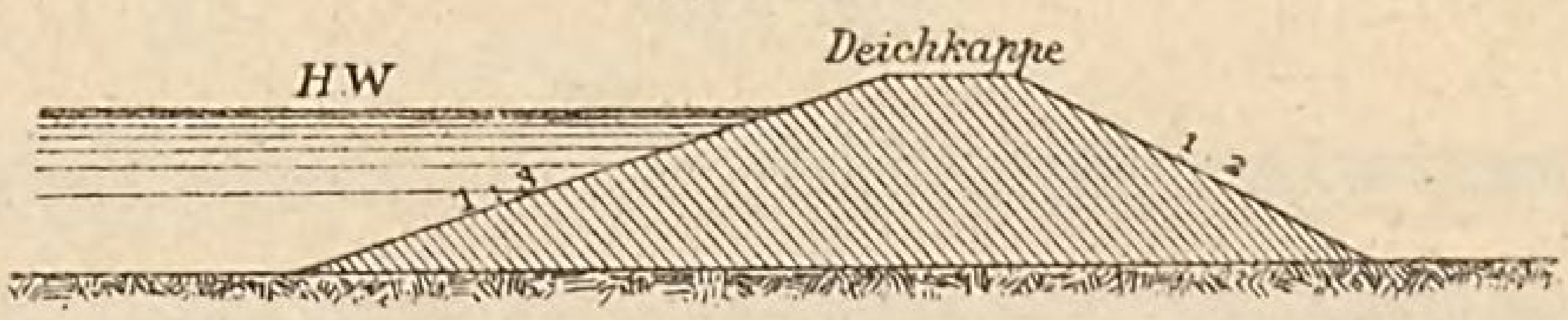
Deiche (*digues — dikes*).

Deiche sind Erddämme, welche längs der Flüsse und der Meeresküste angelegt werden, um die Ueberschwemmungen von niedrigen Ländereien abzuhalten. Allgemein unterscheidet man Sommer- und Winterdeiche. Erstere sollen nur die niedrigeren Sommerhochwässer von angebauten Grundstücken abhalten und Getreide sowie andere Culturgewächse der Vernichtung entziehen; letztere sollen auch die höchsten Wasserstände, die vornehmlich zur Zeit der Schneeschmelze eintreten, von Culturländereien fernhalten. Sommerdeiche haben den Vortheil, dass sie durch bedeutende Hochwässer überschritten werden, und die fruchtbringenden, den Boden erhöhenden Ueberschlickungen gestatten. Man unterscheidet ferner geschlossene und offene Deiche. Erstere schliessen sich an hochwasserfreie Höhen, so dass die Niederungen von allen Seiten den gewünschten Schutz erhalten. Letztere sind vielfach unterbrochene Dämme, welche hauptsächlich die Strömung mit ihren nachtheiligen Folgen abzuwehren haben. Je nach dem Zwecke der Anlage führen die Deiche noch verschiedene Namen; doch muss diesbezüglich auf Specialwerke verwiesen werden.

Weil die Deiche in ihrer Richtung meist an beiden Seiten des Flusses ziemlich parallel verlaufen, sind sie so anzulegen, dass sie die genügende Entfernung von einander besitzen, um das Hochwasser nicht allein abzuführen, sondern dasselbe auch keine zu beträchtliche Höhe erreichen zu lassen. Sie sollen möglichst wenig gekrümmt sein, scharfe Ecken vermeiden, über hohen festen Boden geführt werden und sumpfige moorige Flächen ganz umgehen. Ihre Anlagekosten müssen mit den zu erwartenden gesteigerten Erträgnissen im günstigsten Verhältnisse stehen, daher Winterdeiche nur für Grundstücke geboten erscheinen, welche so hoch liegen, dass ihre Beschlickung unnöthig wird, oder die sich bewässern lassen.

Das Querprofil der Winterdeiche siehe in nebenstehender Figur. Die Höhe der Deichkappe richtet sich nach der Menge des abzuführenden grössten Hoch-

Fig. 5320.



wassers. Um den Deich befahren zu können, erhält er eine Kappenbreite von 2·5 bis 4·0m. Die Aussenböschung wird $2^1/_2$—4fach, die Innenböschung meist 2fach veranlagt. Deiche an kleineren Flüssen erhalten 1·5—2·5m Kronenbreite, aussen 2—3fache, innen 2fache Böschungsanlage. Für Sommerdeiche entscheidet das jeweilige Bedürfniss und variiren daher die Querprofile bedeutend.

Um nun einen innigen Verband des Erdkörpers mit dem Untergrund zu ermöglichen, wird an letzterem der Rasen entfernt und die Schüttung der Erde in Schichten von 20—40cm vorgenommen, jede Lage aber gestampft oder mit dem Fuhrwerk befahren. Als Material dient Klaiboden, ein Gemisch von Thon und Sand, welcher zuvor von allen Vegetabilien, Holz etc. zu reinigen ist. Reiner ungemengter Thon oder Sand allein eignen sich nicht, da ersterer rissig wird und letzterer Anlass zur Durchquellung gibt. Bei jeglichem Erdmaterial findet ein Schwinden oder Setzen statt, daher der Damm je nach dem zu erwartenden Mass desselben überhöht wird. Die Zeit der Herstellung ist das Frühjahr und soll die Fertigstellung noch vor dem Sommerhochwasser erfolgt sein. Die Oberfläche des Deiches ist gegen den Angriff der Strömung, Wellenschlag, Eisgang etc. durch Berasung, Stein-

pflaster oder Rauhwehr zu sichern. Bäume, Gesträuch und Unkraut dürfen nicht geduldet werden und jeder kleine Schaden ist sogleich zu beheben.

Des Verkehrs wegen sind an den Deichen Rampen vorhanden; bei erheblichem Verkehr der Niederung erhalten sie massive Durchfahrten, welche bei Hochwasser leicht zu verdämmen gehen.

Die Nachtheile der Deiche liegen in der Hebung des Hochwasserspiegels, der Qualmwasserbildung, der ungünstigen Ableitung der Niederschlagwässer und in der Entziehung der Sinkstoffe. Namentlich ist der letzte Umstand von Tragweite, da die Ländereien in ihren Erträgnissen zurückgehen und sich das Flussbett relativ immer mehr erhöht. Daher ordnet man Ueberläufe oder günstiger Einlass-Schützen an, welche letztere auch bei geringen Hochwässern geöffnet werden können. Die Anlage und Unterhaltung der Deiche erfolgt durch Deichgesellschaften.

Literatur. Nosek. Regulirung der Gebirgsflüsse. Brünn 1881.
Rust. Deichwesen der unteren Elbe. Berlin 1870.
Kletke. Deichwesen des preussischen Staates. Berlin 1868.
Comoy. Mémoires sur les oúvrages de défense contre les inondations. Paris 1868.
Binnenflüsse im Grossherzogthum Baden, 1865.

Ent- und Bewässerung (*des eaux en agriculture — draining and watering*).

Das Wasser ist ein directer Nährstoff der Pflanzen und das allgemeine Lösungsmittel für alle Stoffe, deren jene zum Vegetationsprocess bedürfen. Allzuviel Wasser ist aber den meisten Gewächsen darum nachtheilig, weil der so gesättigte Boden nur wenig Sauerstoff aufnehmen kann und der grösste Theil der Wärme des Bodens und der umgebenden Luft in dem verdunstenden Wasser latent gebunden wird; daher der Boden kalt und die Landpflanze durch Sumpfgewächse verdrängt wird.

Entwässerung. Die Ursachen der Versumpfung liegen theils in dem mangelhaften Abfluss der Tagewässer oder der Grundwässer, oder beider zugleich; hiebei hat sowohl die geognostische als auch die geologische Beschaffenheit des Gebietes einen bedeutenden Einfluss. Oft genügt die Oeffnung oder Räumung der natürlichen Wasserläufe oder die Vergrösserung ihres Durchflussprofiles und Gefälles, um zu entwässern. Bei undurchlässigem Boden wird man nebstdem durch Furchen und Gräben das Gebiet durchschneiden.

Grössere Flächen, welche nur zeitweise im Sommer trocknen können, erzeugen Miasmen und liefern ein zur Verfütterung ungeeignetes Gras. Diese müssen gegen Sommerüberschwemmungen durch geeignete Bauten gesichert, also der obere Theil des Flussgebietes bewaldet und eine Correction des Flusses vorgenommen werden. Die Niederungen sichert man vor den Bergwässern durch einen erstere umgrenzenden Umfangscanal oder leitet letztere in einen bedeichten Canal, welcher die Niederung durchzieht. Je nach der Situation der zu entwässernden Fläche sind die Arbeiten sehr verschiedene. Bei Flussniederungen hilft man mittelst der Durchstiche oder legt Parallelcanäle an, um die nöthige Vorfluth zu gewinnen, d. h. man sucht einen Tiefpunkt, nach welchem das Wasser ungehindert abfliesst, ohne dass Rückstau eintreten kann. Die Hauptentwässerungsgräben werden nun entweder frei in den Fluss geführt, oder sie erhalten Schleusen, um gegen Hochwässer gesichert zu werden. Münden sie in einen Teich oder See, so kann die Entwässerung auch durch Senkung des Wasserspiegels ermöglicht werden.

In Fällen, bei welchen das natürliche Gefälle des abfliessenden Wassers nicht mehr hinreicht, um die Entwässerung zu gestatten, deicht man diese Flächen ein und verwendet Maschinen zur Wasserförderung. Diese saugen das Wasser aus der tiefsten Stelle des Terrains, dem künstlich hergestellten sog. Sumpf, in welchen alle Entwässerungszüge einzuleiten sind.

Die Entwässerung nasser Grundstücke durch unterirdische Abzüge nennt man Drainage (v. engl. *to drain*, abgraben, ableiten).

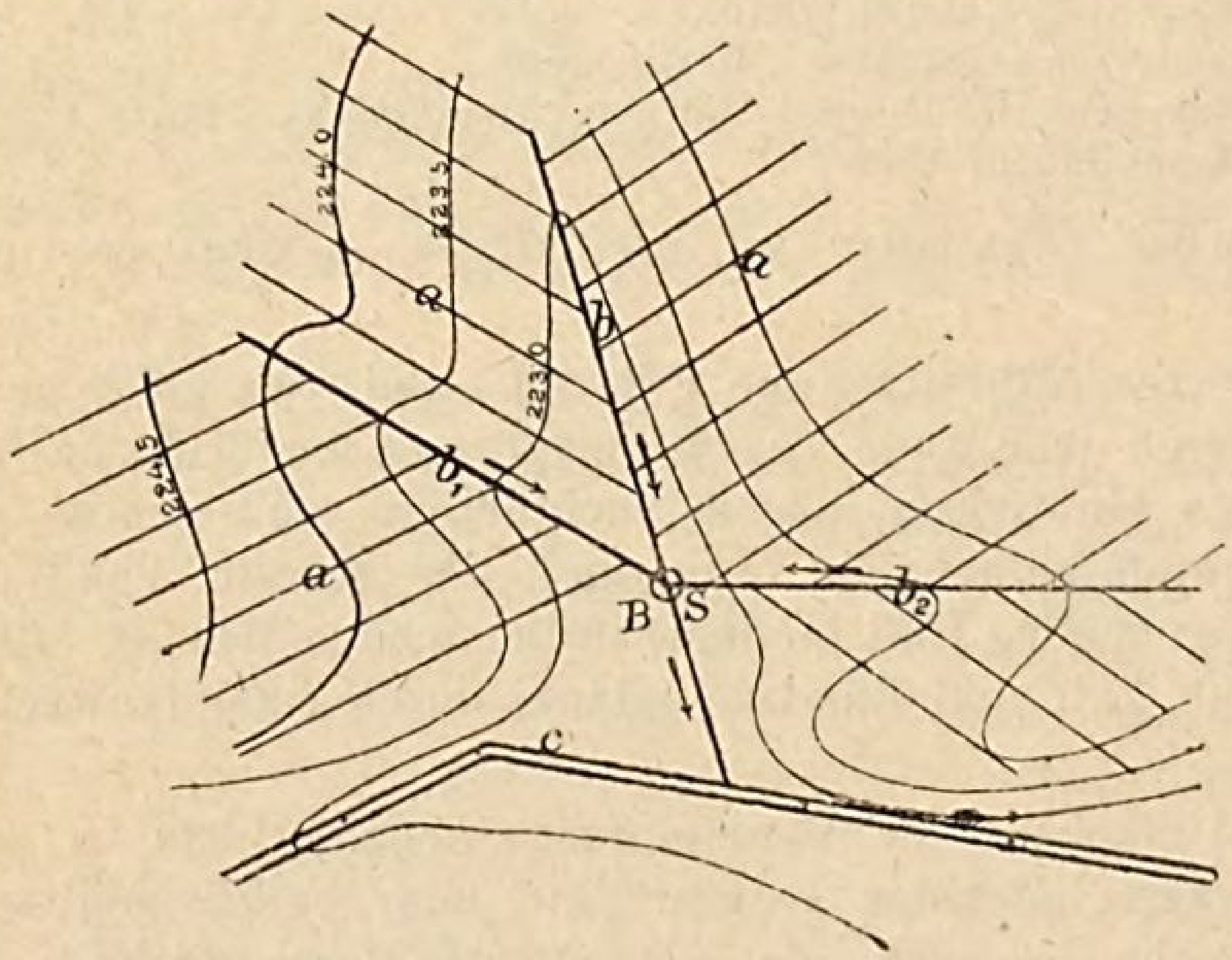
Gegenwärtig kommt ausschliesslich die Röhrendrainage in Verwendung.

Jedes Röhrennetz besteht aus Saug- und Sammeldrains. Erstere (*a* in Fig. 5321) haben die Aufgabe das Wasser aus dem Boden aufzusaugen und den Sammeldrains *b* zuzuleiten; sie werden wo möglich in stärkstem Gefälle angeordnet. Die Sammeldrains werden in den Thalweg gelegt und führen das Wasser dem offenen Graben, der Vorfluth *c* des betreffenden Gebietes zu.

Diese Ausmündung des Sammeldrains soll, um nachtheiligen Rückstau zu vermeiden, in der Regel 0·20^{m} über dem Normalwasserstand des Vorfluthgrabens liegen.

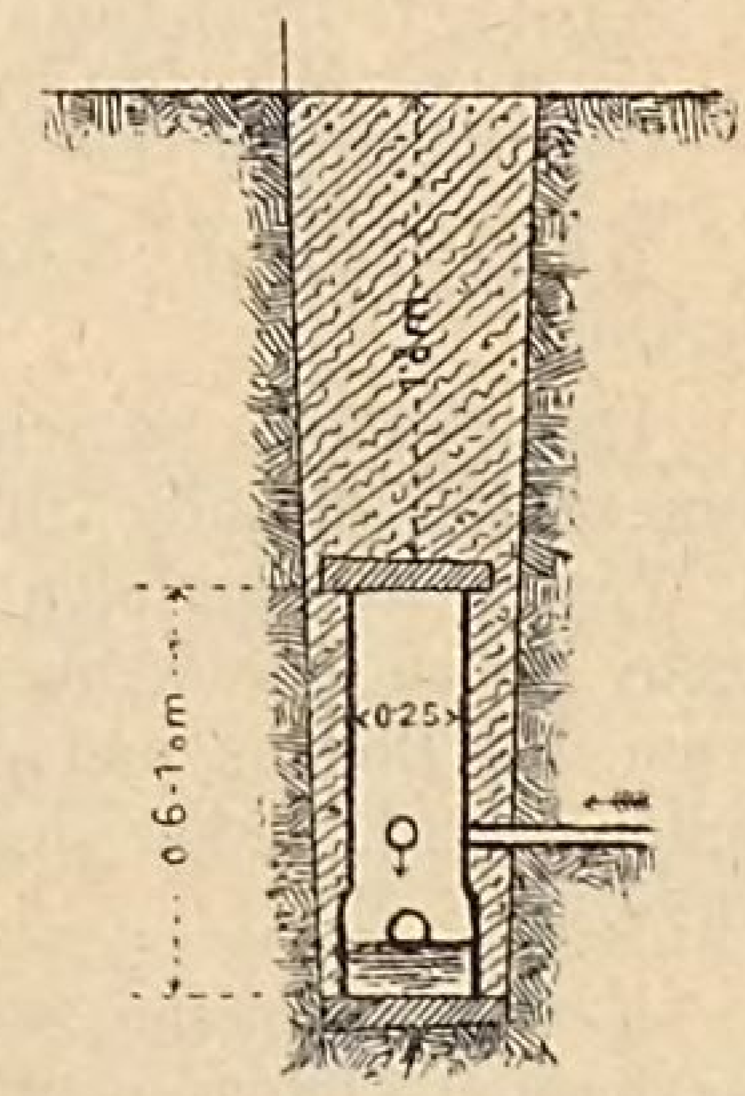
In coupirtem Terrain kommt es häufig vor, dass mehrere Sammeldrains (b, b_1, b_2, Fig. 5321) sich in einem Punkte vereinigen und die Wasserstrahlen sich in fast entgegengesetzten Richtungen treffen würden; in diesem Falle ordnet man zur Ausgleichung der Richtung Brunnenstuben *B.S.* an. Vgl. Fig. 5322.

Fig. 5321.



Entwässerungs-Anlage.

Fig. 5322.

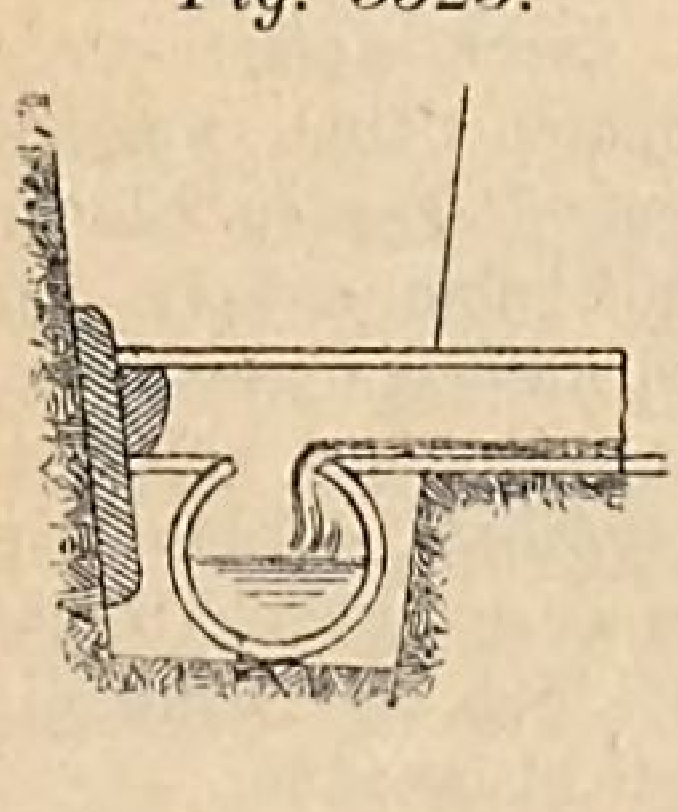


Brunnenstube.

Die sehr einfache Anordnung ist aus der Figur ersichtlich; am besten eignen sich hiezu ausrangirte Gas- oder Wasserleitungsröhren.

Die Verbindung der Saug- mit den Sammeldrains wird meist so angeordnet, dass der Saugdrain oben zu liegen kommt (Fig. 5323).

Fig. 5323.



Das Ende des Saugdrains wird mit einem Thonpfropf verschlossen und ausserdem mit einem glatten Feldstein gegen die Grabenwand verkeilt.

Die Tiefenlage der Drains richtet sich nach dem erlaubten tiefsten Grundwasserstand und wird als seichte (0·9^{m}) und tiefe (über 1·50^{m}) bezeichnet. Je tiefer die einzelnen Drainstränge liegen, um so grösser ist das Gebiet, das sie entwässern, daher sie im Allgemeinen bei grösserer Tiefe weiter auseinander gelegt werden könnten; doch ist die Entfernung insofern begrenzt, als zwischen zwei Strängen der Grundwasserstand eine gewisse Höhe nicht überschreiten darf.

Wäge stellt daher für eine Tiefenlage der Drains von 1·25^{m} als Entfernung derselben von einander folgende Regel auf:

a) für Thonboden mit über 50 Proc. abschl. Thl.	9·50—11·30 *m*
b) „ denselben bei hoher Gebirgslage	7·50— 9·50 „
c) „ Lehmboden mit 20—30 Proc. abschl. Thl.	11·30—18·00 „
d) „ lehmigen Sandboden 10—20 Proc. abschl. Thl.	18·00—22·50 „
e) „ grobkörnigen Sandboden 10 Proc. abschl. Thl.	22·50—36·00 „
Ferner nach Leclerc:	
für Moor und Torfboden	11·00—14·00 „

Das Gefälle der Drainröhren soll hinreichend gross gewählt werden, damit das Wasser Kraft genug besitze, die festen Körper, welche in die Drainröhren gelangen, mitzureissen.

Die „Instruction der königl. General-Commission für Schlesien für Feldmesser und Drain-Techniker“ bestimmt im § 32 pag. 13, dass als Minimalsätze des Sohlengefälles für Draingräben auf 100 *m* Länge folgende Zahlen zulässig sind:

für Röhren von	4	*cm*	Durchmesser	0·20	*m*
„ „ „	5	„	„	0·17	„
„ „ „	6	„	„	0·14	„
„ „ „	8	„	„	0·11	„
„ „ „	10	„	„	0·08	„

Das Gefälle wird nicht durchwegs constant sein; der Röhrenstrang passt sich den Terrainformen an, um eine möglichst gleichmässige Tiefenlage zu erzielen.

Der Querschnitt des Röhrenstranges hängt vom Gefälle und der Grösse der zu entwässernden Fläche ab und wird seiner Bestimmung die Bedingung zu Grunde gelegt, dass die Anlage im Stande sein soll, die monatliche Niederschlagsmenge in der halben Zeit abzuführen. Unter Zugrundelegung der Eytelwein-Möllinger'schen Formel

$$v = 3·596 \sqrt{\frac{46·5\, d h}{l + 46·5\, d}},$$

sind Tabellen berechnet worden, die es gestatten, die Caliber-Bestimmung sehr rasch durchzuführen.

Bei der praktischen Ausführung der Drainage beginnt man, nachdem das Drainnetz auf dem Felde genügend abgesteckt wurde, mit dem Reguliren des Vorfluthgrabens, sodann mit dem Auswerfen der Gräben für die Sammeldrains und zwar stets von unten vom Vorfluthgraben aus nach oben.

Die Gräben bleiben nur kurze Zeit offen und die Röhren werden mit dem Legehaken auf die durch Handgeräthe entsprechend geebnete Sohle durch stumpfes Aneinanderstossen verlegt. Diese Operation erfolgt durch entsprechend lange Handgeräthe vom Grabenrand aus und wird erst bei Tiefen über 1·30^{m} ein Herabsteigen der Arbeiter auf die Grabensohle und ein dem entsprechendes Erbreitern der Gräben nöthig.

Das Legen beginnt entgegengesetzt dem Auswerfen der Gräben von oben, an der höchsten Stelle des Grabens.

Beim Zuwerfen der Gräben ist die Vorsicht zu gebrauchen, dass auf die Röhren keine groben Steine geworfen werden, und dass die Ackerkrume wiederum zu oberst aufgeworfen wird. Am besten ist es beim Auswerfen der Gräben die Krume auf die eine und den Untergrund auf die andere Seite des Grabens zu deponiren.

Die Gesammtkosten einer Drain-Anlage stellen sich in Oesterreich durchschnittlich auf 60—80 fl. pro 1^{ha}.

Die Wirkung der Drainage tritt bei den bündigeren Bodenarten später als bei den durchlässigeren ein, und äussert sich nicht nur in der Quantität, sondern auch in der Qualität der Ernten.

Der Boden wird durch die Drainage der Luft zugänglicher, er wird wärmer und lässt sich leichter und besser bearbeiten, als es vordem der Fall war.

Bewässerung nennt man die Aufleitung und Vertheilung von Wasser auf Acker- und Wiesengelände.

Während die Zufuhr des Wassers in den heissen Klimaten überhaupt zur Erhaltung jedweder Cultur (Aecker und Wiesen) erforderlich ist, wird dieselbe in unseren Breiten vorzugsweise für Wiesen in Anwendung gebracht.

a) Bewässerung der Felder. Es gibt gewisse Culturpflanzen, wie Reis, Hanf und Lein, welche in regelmässigen Zeiträumen bewässert werden, während andere (Mais, Raps, die Getreide-Arten, Hülsenfrüchte und Hackfrüchte) nur eine durch die Perioden der Trockenheit bedingte Bewässerung erfahren.

In Italien sind Wirthschaften mit Bewässerung der Culturen in grossartigem Massstabe in Betrieb und kommt hiebei weniger die Qualität als die Quantität des Wassers in Betracht.

Es ist nicht nothwendig auf die düngenden (suspendirten) Stoffe im Rieselwasser ein allzu grosses Gewicht zu legen, da keine Düngung, sondern nur eine Anfeuchtung der Culturen bezweckt wird.

Ein und dasselbe Wasser kann daher wiederholt zur Bewässerung neuer Flächen benützt werden und sind die Rieselfelder zu diesem Zwecke terassenförmig angelegt.

Städtische Abfallwässer haben einen ausserordentlichen Werth zur Berieselung, wenngleich in Deutschland nicht die befriedigendsten Resultate erzielt wurden. Es rührt dies zumeist daher, dass das Heben der Spülwässer mittelst Maschinen nothwendig wurde, und die Ablösung der Rieselfelder viel zu hoch kam.

b) Bewässerung der Wiesen, siehe „Wiesenbau".

Kolmation heisst die durch Ablagerung der Sinkstoffe aus fliessenden Gewässern bewirkte Erhöhung niedrig gelegener Grundstücke. Kann die Ueberschwemmung direct aus dem Flusse stattfinden, so wird das Terrain eingedeicht und mit Ein- und Auslass Schleuse versehen. Nun wird das trübe Hochwasser eingeleitet und ihm durch Stagnation und langsamen Abfluss Zeit zur Ablagerung der Sinkstoffe gelassen. Ist ein Zuleitungscanal nöthig, dann muss für die Querschnittsberechnung die zu verwendende Wassermenge und das für trübes Wasser nothwendig grössere Gefälle (z. B. 3 Proc.) in Betracht gezogen werden. Der Ableitungscanal ist so zu projectiren, dass die Vorfluth gesichert bleibe. Die zu kolmirende Fläche wird in Becken eingetheilt und das Wasser aus einem in's andere geleitet; zweckmässiger ist es allen Becken direct trübes Wasser zuzuleiten.

Die Melioration bedarf in jedem Falle ausführlicher Vorarbeiten, welche darlegen, in welcher Art die erhobenen Uebelstände zu beseitigen wären. Insbesondere kommen in Betracht die Niederschlagsverhältnisse am Orte, die Wasserstände der natürlichen Wasserläufe, die Neigungsverhältnisse des Terrains und die geologische Zusammensetzung des Untergrundes. Näheres in der Fachliteratur.

Literatur: Dünkelberg. Encyclopädie und Methodologie der Culturtechnik. Braunschweig 1883.

Heuschmid. Landesmelioration, Moorcultur, Arrondirung und Spüljauchenrieselung. München 1880.

Markus. Das landwirthschaftliche Meliorationswesen Italiens. Wien 1881.

Perels. Handbuch des landwirthschaftlichen Wasserbaus. Berlin 1877.

Nadault de Buffon. Cours d'agriculture et d'hydraulique agricole. Paris 1858.

dto. Hydraulique agricole. Des submersions fertilisantes etc. Paris 1867.

dto. Hydraulique agricole applications. Des canaux d'irrigation de l'Italie septentrionale. Paris 1861.

Mangon. Instructions pratiques sur le drainage. Paris 1863.

Der Grundbau (*fondement — fundament*).

Tragfähigkeit und Beschaffenheit des Baugrundes.

Tritt compactes und festes Gestein zu Tage, so ist der Baugrund geeignet, unmittelbar die schwersten Bauten aufzunehmen. Im Wasserbau hat man allen zu Tage tretenden Baugrund auszuschliessen und sich nur mit jenem zu befassen, wo das Wasser als ein unmittelbares Hinderniss der Fundamentaufführung entgegentritt. Nun ist entweder das Wasser der Baugrube zu entziehen und man befindet sich auf baufähigem (gewachsenem) Grunde, wobei zuvor der obere mit vegetabilischen Stoffen gemischte sog. Mutterboden, ferner Schutt etc. zu entfernen sind, oder der gewachsene Boden befindet sich erst in grösserer Tiefe, daher entweder der darüber befindliche aufgeschwemmte etc. Boden tragfähig zu machen ist, oder der Druck der Mauerlast ist durch Zwischenmittel auf den tragfähigen Grund zu übertragen.

Fels wird mit ca. $^1/_{10}$ seiner gefundenen Druckfestigkeit beansprucht. Festgelagerter Kies kann bei etwa 3^m Mächtigkeit schon schwere Bauwerke mit voller Sicherheit tragen. Reiner Sand zählt selbst dann als guter Baugrund, wenn er von Wasser durchzogen ist. Liegt hiebei die Fundamentsohle unter dem Grundwasserspiegel, so darf man ein starkes Ausschöpfen der Baugrube nicht vornehmen, weil sonst das Wasser bei starkem Andrängen den Sand hebt und in schwimmenden verwandelt. Lehm und Thon muss ziemlich trocken sein, um als Baugrund zu dienen. Ist aber ein solcher Boden stark von Wasser durchzogen, so ist die Gleichmässigkeit des Setzens des Bauwerkes ohne Zwischenmittel nicht zu erwarten.

Um die Tragfähigkeit des Bodens zu ermitteln, ist entweder der Boden direct aufzugraben oder das Visitireisen einzutreiben. Für grössere Tiefen eignet sich der Erdbohrer und bei Pfahlrostfundirungen treibt man Probepfähle ein. Endlich werden noch Probebelastungen vorgenommen, die aber pro □*cm.* grösser sein müssen als die Last des künftigen Bauwerkes.

Herstellung der Baugrube.

Die Untersuchung des Baugrundes kann folgende Fälle ergeben: 1. Der feste Grund steht unmittelbar an der Terrainoberfläche an oder ist in geringerer Tiefe bis ca. 3^m^. 2. Der feste Grund findet sich erst in bedeutender Tiefe, ist aber noch durch geeignete Mittel zu erreichen. 3. Es ist nur ein weicher, zusammenpressbarer Boden von grosser Mächtigkeit vorhanden. Hierbei spielt aber noch die Menge des eindringenden Wassers die grösste Rolle. Bei jeder Fundirung ist es nothwendig, dass, wenn wasserführende Gründe vorhanden sind, die Fundamente mindestens 1^m unter die dem Frost ausgesetzte Oberfläche reichen, und ferner, dass alle bleibend angewendeten Holztheile unter den tiefsten Grundwasser- oder Tagwasserspiegel gelegt werden.

Die Baugrube ist so gross zu dimensioniren, dass in ihr die Communication um das aufzuführende Bauwerk möglich bleibe, für grössere Objecte also ein Gang bis $1{\cdot}5^m$ zu belassen. Bei einzelnen Arten der Fundirungen (Brunnen, pneumat. Fund. etc.) bleibt allerdings die Baugrube auf den vom Mantel eingeschlossenen Theil der Basis beschränkt. Die Tiefe richtet sich unmittelbar nach der Fundamentsohle; nur beim Pfahlrost wird sie noch ca $0{\cdot}6^m$ tiefer gelegt, um die Pfähle ausschneiden zu können. Abgesehen vom Fels werden die Seitenwände je nach der Art des Bodens geböscht und bei grösserer Tiefe überdies mit Bermen versehen. Kann man aber nicht böschen, so werden in Entfernungen von ca. $1{\cdot}5^m$ Pfähle eingerammt, hinter welche horizontale Bohlen gelegt werden, die das Erdreich zu stützen haben. Ist die Baugrube im freien Wasser anzulegen, so dienen isolirte Spundwände oder Fangdämme mit einseitiger Holzwand zur Abhaltung des Wassers. Gegen stark nachdrängendes Grundwasser schützt man sich dadurch, dass man unter Wasser die Baugrube ausbaggert und mit einer ca. 60^{cm} starken Betonlage belegt, welcher Zeit zur Erhärtung gelassen werden muss.

Entwässerung der Baugrube.

Zur Ansammlung des Wassers dient eine Vertiefung, der sog. Sumpf. Das Wasser wird entweder durch Schöpfen, Pumpen etc. entfernt oder bei der pneumatischen Methode ihm das Eindringen durch entgegenwirkenden Luftdruck verwehrt. Tritt an einzelnen Stellen das Wasser zu heftig hervor, so kann man solche Quellen durch Eintreiben von Pfählen, Einfüllen von Beton, Thon etc. zu stopfen versuchen, oder man umschliesst dieselbe mit einer Röhre, so dass der Stand des Wassers im Innern jenem des Aussenwassers gleichkommt. Das letzte Mittel ist, den ganzen Baugrund mit einer Betonlage zu bedecken. Die zweckmässigsten Maschinen bei grösseren Wassermengen sind: Die Kolbenpumpe, Centrifugalpumpe und die Wasserschnecke mit dem grössten bekannten Nutzeffect (ca. 88 Proc).

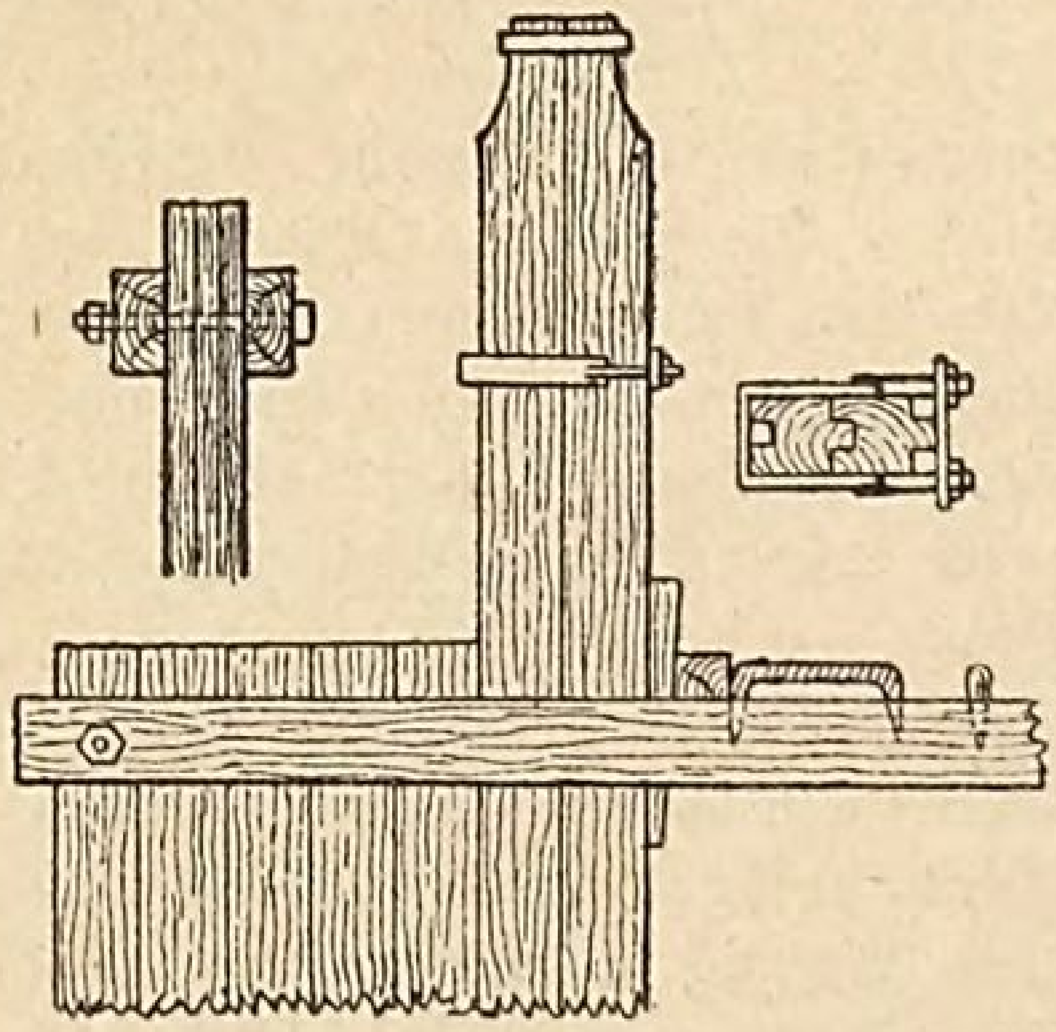
Das Ausheben der Baugrube erfolgt unter Wasser theils von Hand, theils mittelst Baggermaschinen (siehe Artikel Bagger).

Herstellung der Spundwände.

Selbe bestehen aus einer Reihe Pfosten, welche dicht an einanderschliessend eingerammt werden, so dass sie sich entweder nur unmittelbar berühren, oder aber dass der eine Pfahl mit einer Feder in die Nute des nächsten eingreift. Die Spundwände dienen zur Abhaltung des Wassers während der Fundirung und gegen Unterspülung, besitzen zwar keine völlige Wasserdichtheit, verhindern aber ein stärkeres Durchströmen des Wassers und das Durchfallen von Erde und Sand. Werden sie auf der Wasserseite mit einem Thonschlag versehen, so sind sie für geringere Tiefen wasserdicht. Die Spundpfähle werden am unteren Ende zugeschärft oder mit schmiedeisernen Schuhen versehen. Das Einrammen erfolgt in einer Führung, der „Zwinge", welche aus zwei horizontal neben einander liegenden Hölzern besteht. Es ist zweckmässig, jede Feder gleich anfänglich fast in ihrer ganzen Länge in die Nute einzubringen und die Pfähle der ganzen Wand möglichst gleichmässig einzurammen. Im gerölligen Untergrund kann Feder und Nut nicht platzgreifen, weil sich die Bohlen nicht in einer Ebene erhalten lassen. Fig. 5324.

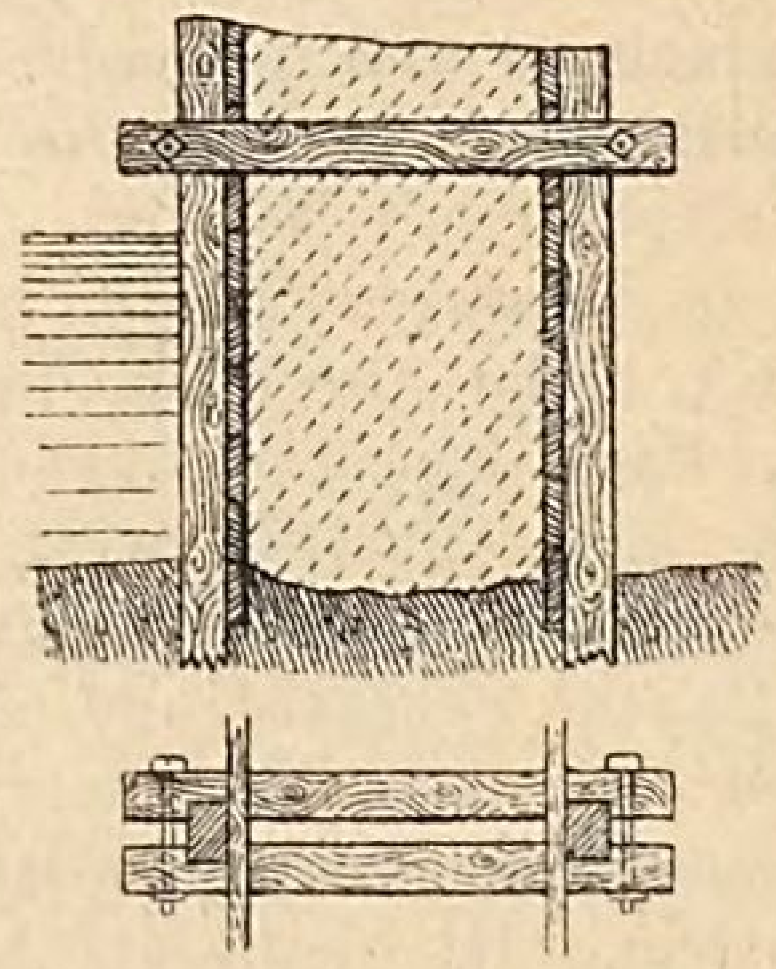
Wenn möglich, kupple man beim Einrammen je zwei Pfähle. Die Stärke der Pfähle wird nicht unter 10cm und nicht über 26cm genommen. Die Eckpfähle sind stärker zu halten. Die Pfähle erhalten am oberen Ende einen Holm oder Fachbaum, oft auch Zangenhölzer, wodurch sie zusammengehalten und versteift werden. Gusseiserne Spundwände haben sich nicht sehr bewährt, wohl aber solche aus Wellenblech. Ebenso kommen in einem von Steinen stark durchsetzten Boden alte zugespitzte Eisenbahnschienen sehr vortheilhaft zur Verwendung.

Fig. 5324.



Spundwand.

Fig. 5325.



Kastenfangdamm.

Herstellung der Fangdämme.

Um die Baugrube vom Tagwasser freizuhalten, bedient man sich für geringere Wasserhöhen der Fangdämme. Diese müssen wasserdichte Provisorien sein, um nach Beendigung des Bauobjectes entfernt zu werden. Für Wasserhöhen bis 0·75m genügen noch einfache Dammschüttungen; für grössere Höhen bis 1·50m wird eine Holzwand hergestellt, gegen welche sich der Erddamm lehnt; sie selbst wird durch Schrägpfähle gestützt, die man in der Entfernung von circa 1·50m von einander einrammt und durch einen aufgezapften Holm verbindet. Für noch grössere Wasserhöhen benützt man sogenannte Kastenfangdämme, Fig. 5325, die aus zwei senkrechten Holzwänden bestehen, deren Zwischenraum mit Erde ausgefüllt wird. Die Schüttung erfolgt in Lagen von circa 20cm, welche dicht gestampft werden. Dabei hat grosse Sorgfalt zu walten, da leicht undichte Stellen entstehen. Zum Schütten dient lehmige, möglichst trockene Erde oder mit Sand gemischter Lehm. Zäher Thon ist das beste Füllmaterial für Fangdämme, muss aber in dünnen Schichten gestampft werden. Gewöhnliche Ackererde ist auch verwendbar. Sand schüttet sich sehr günstig, doch findet ein geringes Durchsickern des Wassers immer statt. Zwei Reihen Pfähle in Abständen von 1·25 bis 1·50m eingerammt und oben mit Holmen verbunden, dienen je einer Spund- oder Bretterwand als Stützen. Zur grösseren Steifigkeit werden die Holme noch durch Zangenhölzer verbunden; auch lässt man die Holme weg und verbindet je zwei Pfähle durch doppelte verschraubte Querzangen. Die Sohle des Fangdammes wird ausgebaggert und dann erst mit Erdschüttung ausgefüllt. Für noch grössere Höhen wurden doppelte, mit einander verbundene Kastenfangdämme ausgeführt. Der eine, etwa doppelt so hoch als der andere, lag an der Wasserseite, der andere hatte den Zweck, dem bei zunehmender Tiefe wachsenden Wasserdruck zu wehren und ein Durchbrechen des ersten Fangdammes in den tiefsten Punkten zu vermeiden.

Anwendung der Gründungsarten.

Für die verschiedenen vorkommenden Fälle lässt sich etwa folgendes Schema aufstellen, wobei aber blos jene Fundirungsarten eine Erwähnung erfahren, welche dem Wasserbau streng angehören.

	Fester Baugrund an der Oberfläche	Fester Baugrund in erreichbarer Tiefe	Fester Baugrund in nicht erreichbarer Tiefe
Wasser als Grundwasser oder offenes Wasser vorhanden, aber auszuschöpfen.	1. Unmittelbares Mauern bei provisorischen Fangdämmen. 2. Einzelne Pfeiler mit Erdbögen. 3. Schwacher Beton zur Dichtung der Quellen.	1. Pfahlrost. 2. Betonbett. 3. Senkkasten. 4. Brunnen. 5. Schraubenpfähle.	1. Schwellrost. 2. Sandschüttung. 3. Steinschüttung. 4. Betonbett. 5. Verdichtung des Bodens durch Pfähle.
Wasser vorhanden, aber nicht auszuschöpfen.	1. Steinschüttung. 2. Caisson direct auf den Boden. 3. Betonbett. 4. Brunnen, röhren- oder mantelförmige Körper unten auszubetoniren.	1. Pfahlrost. 2. Steinschüttung. 3. Steinversenkung. 4. Beton. 5. Senkkasten auf Pfählen. 6. Senkbrunnen. 7. Pneumatische Gründung.	1. Steinschüttung. 2. Schwellrost. 3. Betonschüttung. 4. Verdichtung des Bodens durch Pfähle. 5. Senkstücke, Senkfaschinen etc. 6. Gefrierverfahren.

Ausführung der Sand- und Steinschüttung.

Ueberall, wo ein sumpfiges Terrain einer anderen Fundirungsart Schwierigkeiten bereitet, bewährt sich die Sandschüttung vorzüglich. Sie hat den Zweck, den von dem Bauobject ausgeübten Druck gleichmässig auf ihren Untergrund zu vertheilen. Dazu bedarf sie einer hinreichenden Mächtigkeit und ist je nach dem zu vertheilenden Druck breiter zu halten als das aufgesetzte Object selbst. Ist stark auftreibendes Grundwasser vorhanden, so hat die Schüttung unter Wasser zu erfolgen. Fundirungen auf Steinschüttungen werden gewöhnlich nur bei Hafenbauten, wo eine grössere Wassertiefe und ein starker Wellenschlag vorhanden sind, angewendet. Hiebei werden die zu versenkenden Steine der Grösse nach in Kategorien getheilt, so zwar, dass die kleinen Sorten in das Innere des Dammes, Quais etc., die grössten Blöcke aber an die Wasserseite zu liegen kommen, um dem Wogenanprall Stand zu halten. In einzelnen Fällen kamen auf diese Bruchsteinschüttungen grosse, aus Beton geformte Quaderblöcke von 20—80 Tonnen Gewicht in mehreren Lagen übereinander und auf diese erst die Gebäude etc.

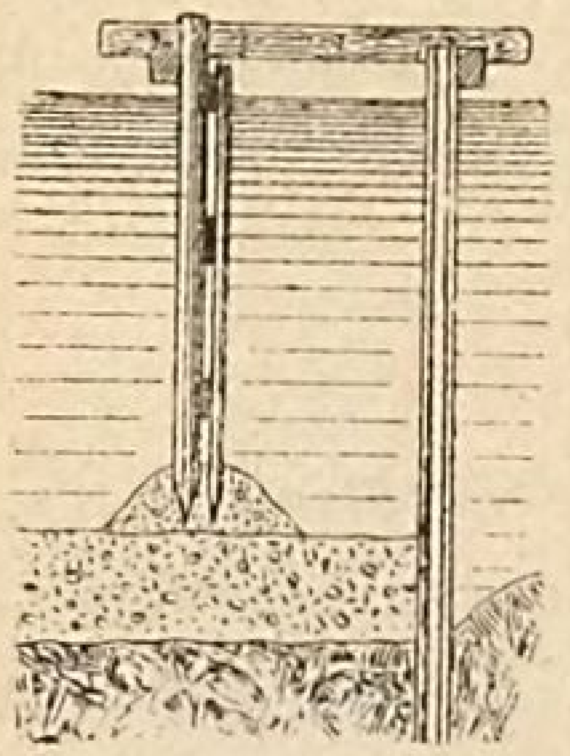
Fundirung auf Beton.

Zubereitung des Betons siehe Art. Béton I pag. 439.

Die Baugrube wird durch Baggern vertieft und geebnet, mit einer Spundwand oder irgendwie umschlossen und die Schüttung des Betons mit eigenen Maschinen vorgenommen. Da der Beton nur unter Wasser angewendet wird, so hält man bei seiner Schüttung die Baugrube stets unter Wasser. Jegliche Strömung muss von dem noch weichen Beton ferngehalten werden, weil sonst der Mörtel aus ihm zu stark ausgewaschen und dadurch sein Erhärten verhindert wird. Daher darf mit dem Ausschöpfen der Baugrube erst nach genügender Erhärtung des Betons begonnen werden, weil sonst das Grundwasser ihn entweder blos in Form von Quellen durchlöchert oder aber vollkommen entzweibricht. Man wird nun Proben über die Erhärtung vornehmen, etwa entsprechende Kasten mit demselben Beton füllen und zeitweise untersuchen. Die Stärke des Betonbettes richtet sich nach der Art des zur Mörtelbereitung verwendeten Materiales, ferner nach der Höhe

des Wasserstandes über der Sohle der Baugrube und endlich nach der Breite derselben. Da die Betonlage behufs weiteren Ausmauerns dem Auftrieb des Grundwassers Stand halten soll, so behandelt man dieselbe rechnerisch wie einen auf zwei Stützen frei aufliegenden, gleichmässig belasteten Träger und nimmt als Zugfestigkeit bei Trassbeton nach 6 Wochen Erhärtungsdauer 5 kg. pro □*cm* und bei Cementbeton nach 14 Tagen 8 kg. pro □*cm* in Rechnung. Um nun die Baugrube trocken zu legen, bedarf das Betonbett einer dichten Umschliessung durch Fangdämme, Spundwände etc. Hier sei eine (Fig. 5326) besonders hervorgehoben. Das Betonbett wird so breit geschüttet, dass man unmittelbar darauf die Fangwand versetzen kann, daher entsprechend der Linie der einzutreibenden Spundwand ein etwa 30^{cm} hoher Betonrücken zu schütten ist, in welchen sogleich die Pfosten einzustellen sind. Sie erhalten oben ein Rahmstück, welches durch Zangen mit der festen Spundwand verbunden ist. An die Pfosten befestigt man horizontale Bohlen, treibt hinter diese zugeschärfte Bretter in den noch weichen Beton und nagelt sie oben an. Ist nun der Beton erhärtet so erfolgt die Ausfüllung des Innenraumes des Fangdammes mit undurchlässigem Materiale. Auch bei anderen Fundirungsmethoden dient das Betonbett dazu, um völlig erhärtet ein Eindringen des Wassers von unten her zu verhindern und die mit viel geringeren Kosten verbundene Mauerung im Trockenen zu ermöglichen.

Fig. 5326.

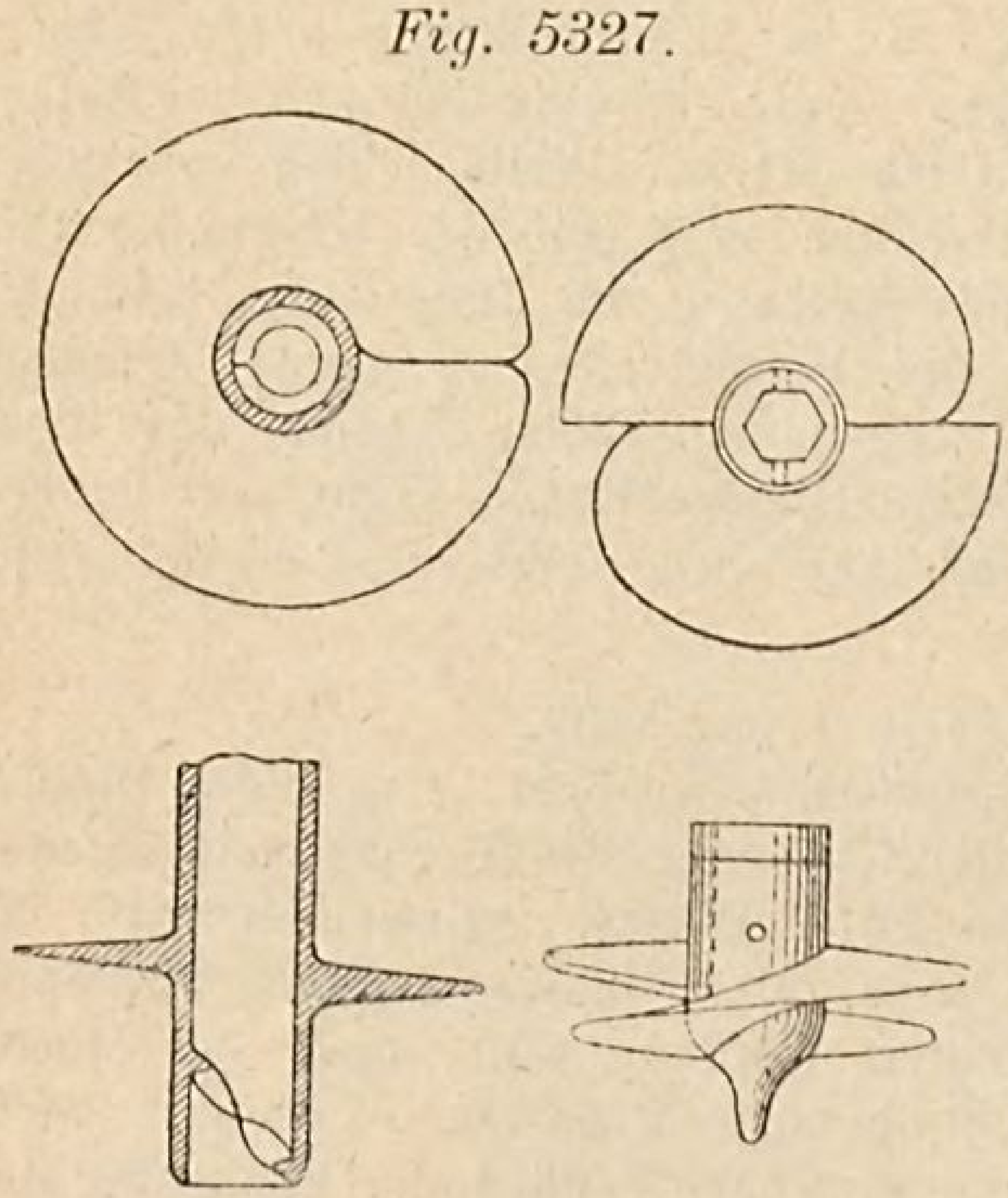


F u n d i r u n g a u f l i e g e n d e m R o s t u n d P f a h l r o s t.

Erstere sub VII pag. 111, letztere sub VI pag. 630. — Hiebei ist noch zu bemerken: Neuerer Zeit wendet man den Pfahlrost im Wasserbau wegen der aufzuführenden Fangdämme nicht gerne an, sondern benützt Grundpfähle, welche in gleicher Höhe abgeschnitten werden, zwischen und auf welche eine starke Betonschichte kommt, die man mit einer Spundwand umschliesst. Die Pfahlköpfe reichen $40—60^{cm}$ in den Beton hinein.

S c h r a u b e n p f ä h l e (Fig. 5327). Bieten den Vortheil, dass die Schraubenfläche eine grössere Auflagefläche hat. Die massiven Pfähle sind mit einer Spitze und einer Schraubenfläche versehen, deren Peripherie der archimedischen Spirale entspricht oder sie sind unten offene Röhren mit einem breiten flachen Schraubengang aussen und einem steileren innen welch letztere dazu dient, das zu durchdringende Materiale im Inneren der Röhre zu lockern und zu heben. Oben werden die Pfähle unter einander durch eiserne Kreuzverstrebungen verbunden.

Fig. 5327.



Schraubenpfähle.

F u n d i r u n g m i t t e l s t S e n k k a s t e n s.

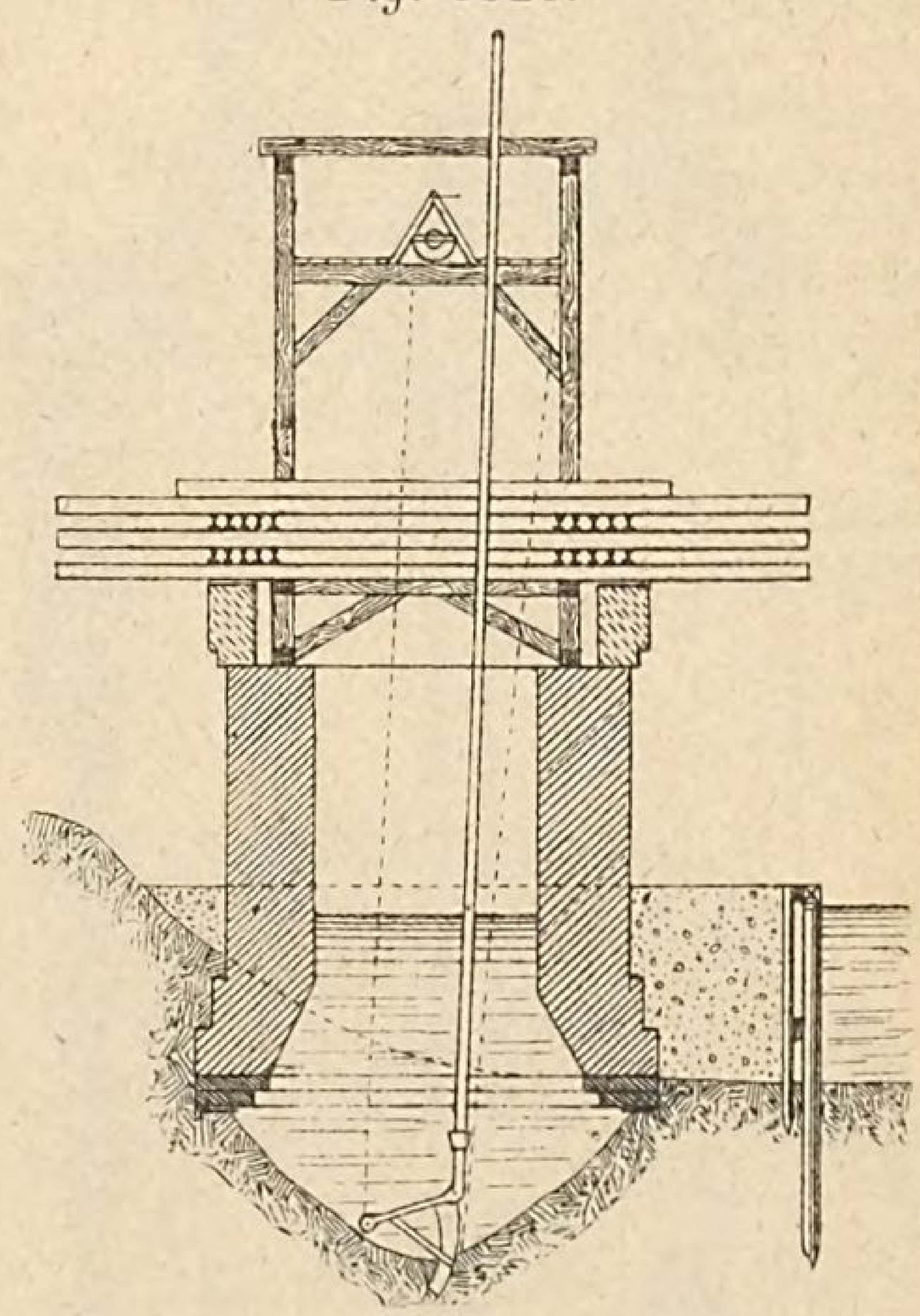
Diese durch die Betonversenkung fast ganz verdrängte Fundirungsart besteht darin, dass auf dem Ufer aus Balken und Bohlen ein mit horizontalem Boden und verticalen Wänden construirter Kasten erbaut und von da aus wie ein Schiff auf dem Wasser schwimmend an die Stelle der Pfeileraufmauerung gebracht wird. Auf die zuvor durch Baggern geebnete, oder auch mit einem Pfahlrost versehene Baustelle versenkt man den Kasten durch Wassereinlassen, und bringt auf eine Einrüstung oberhalb des-

selben so viel Steinbelastung auf, dass man ihn wieder leer pumpen kann, ohne dass er gehoben würde. Innerhalb dieser Seitenwände wird nun der Pfeiler aufgemauert und nach seiner Fertigstellung die ersteren entfernt. Der Boden aber bleibt unter dem Mauerwerk liegen. Eine Modification dieser Fundirungsart ist die Schwimmpfeilerfundirung. Der Pfeiler wird auf einer wasserdichten Holzunterlage etwa wie ein Brunnen hohl aufgemauert und dadurch schwimmfähig. Beim fortschreitenden Aufmauern taucht er immer tiefer ein, um sich schliesslich auf in gleicher Höhe abgeschnittene Piloten aufzusetzen, deren Zwischenräume vorher mit Steinen sorgfältig ausgefüllt wurden. Hierauf wird der innere Hohlraum der Pfeiler mit Bruchsteinmauerwerk ausgefüllt.

Fundirung mittelst Senkbrunnen (Fig. 5328).

Wenn der tragfähige Untergrund erst in grösserer Tiefe erreichbar ist, ist diese Methode immer anwendbar. Denkt man sich einen Hausbrunnen mit ringförmiger Mauerung, welche aber durch Ausheben und Untergraben im Inneren und durch oben aufgebrachte Belastung eine Senkung erfährt, so ist das Princip dieser Methode einleuchtend. Aus Bohlen, meist mit Eisen armirt oder aus Schmiedeeisen wird ein sog. Brunnenkranz hergestellt, auf welchem die Aufmauerung erfolgt. Das Erdmateriale im Innern des Brunnens wird ausgebaggert und da der Brunnenkranz an der äusseren Peripherie nach unten zu mehr oder weniger scharfkantig ist, die äussere Wandung des Brunnens aber durch Cementverputz möglichst glatt gehalten wird, findet durch das Eigengewicht und event. obere Belastung ein selbstthätiges Eindringen des Mauerwerkes in die Tiefe statt. Die Baggerung unter Wasser erfolgt so lange, bis mit dem Brunnen in die tragfähige Schichte eingedrungen wurde. Nun wird der untere Raum mit Beton ausgefüllt und nach dessen Erhärten und Auspumpen des Wassers der übrige Raum mit Bruchstein ausgemauert. Auf diesen nun fertigen Brunnenpfeiler wird das Bauobject aufgebaut. Daher werden in der Regel mehre solcher Brunnen neben einander durch Gewölbe verbunden; auch wählt man oft ihren Querschnitt nicht kreisförmig, sondern rechteckig, halbkreisförmig etc.

Fig. 5328.



Senkbrunnen.

Pneumatische Fundirung.

Ist der Baugrund unter Wasser erst in grösserer Tiefe erreichbar, so eignet sich diese Methode der Fundirung ganz vornehmlich.

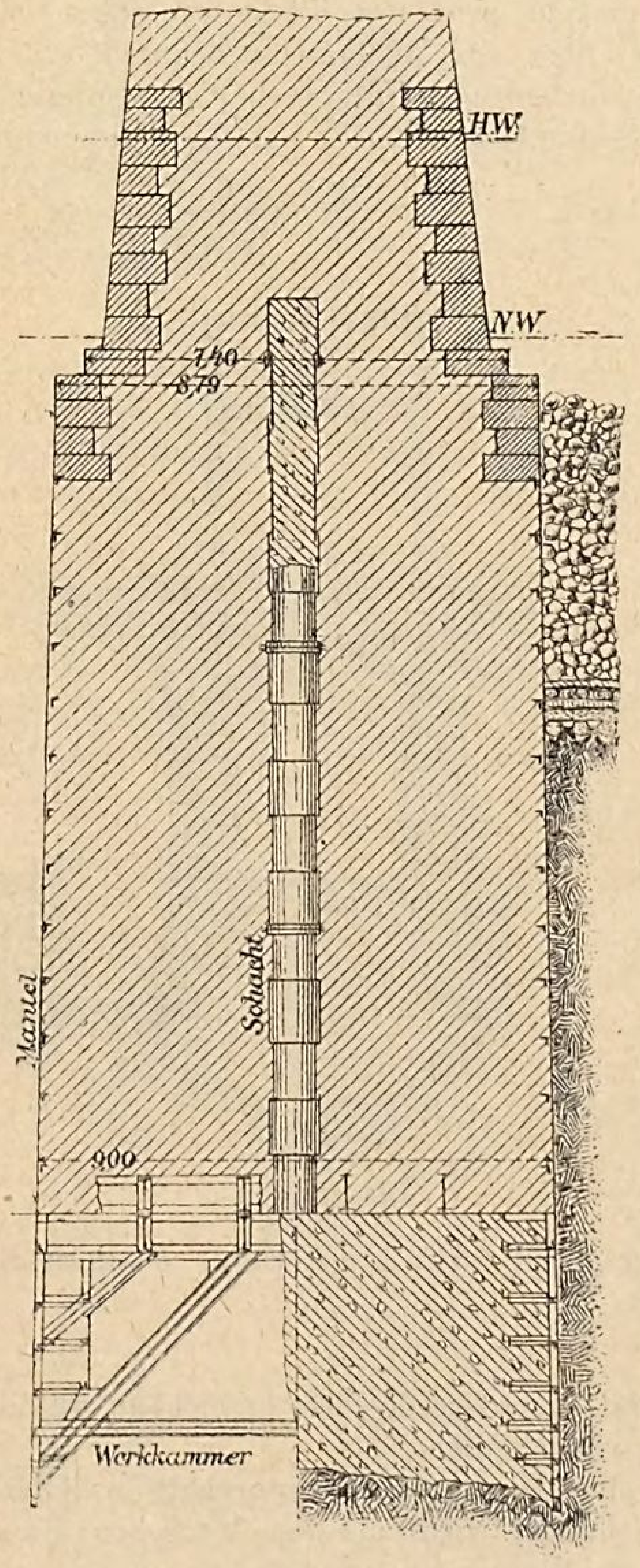
Das Princip derselben beruht auf der Taucherglocke, innerhalb welcher das Wasser vermittelst comprimirter Luft verdrängt wird, um dem Menschen die erste Lebensbedingung, das Athmen, auch unter Wasser zu ermöglichen.

Es sind drei Systeme der pneum. Fundirung zu unterscheiden: 1. Das System mit Werkskammer, 2. das Röhrensystem und 3. das Glockensystem.

Das erste ist das jüngste und vollkommenste und besteht darin, dass die Taucherglocke vermittelst Ausgrabungen des Baugrundes, auf welchem sie aufruht, in diesen herabsinkt, um nicht wieder herausgeholt zu werden, dass sie aber auch vermittelst eines hinreichend weiten Rohres mit über Wasser verbunden ist,

um die Communication der Arbeitsleute in ihr Inneres zu ermöglichen. Das zweite System ist länger im Gebrauche und besteht in Röhren, die in gleicher Function wie die Taucherglocke in den Baugrund herabzusenken sind, bis über Wasser reichen und die Communication im Innern bei lufterfülltem Raume gestatten. Das dritte System ist die reine Nutzanwendung der Taucherglocke, unter welcher der Pfeiler bis in ein Niveau über Wasser zu erbauen ist. Nach seiner Fertigstellung wird die Glocke abgehoben und zum Bau eines neuen Pfeilers benützt. Da hiebei der Blechkörper nicht in den Baugrund eindringen kann, so darf letzterer nicht erst in grösserer Tiefe zu erschliessen sein.

Fig. 5329.



Pneumatische Fundirung.

Wir beschränken uns nur auf die Erläuterung der ersten Art. Die verwendete Taucherglocke, hier Werkskammer, Arbeitskammer oder Caisson genannt, ist jener Raum, in welchem die Aushebung des Baugrundes vor sich geht; sie hat in der Regel die Grundfläche des zu mauernden Pfeilers, ist aus Schmiedeisen und bleibt mit dem Pfeiler unmittelbar verbunden. Sie ist mittelst einer oder mehrerer Röhren (Einsteigeschächte) mit der Aussenluft in Verbindung; um jedoch die innere Luftspannung, die etwas grösser als die abgehaltene Wassersäule ist, während der Arbeit zu erhalten, dient zur Communication der Menschen und Materialien die Luftschleuse, ein Raum mit zwei luftdicht schliessenden Thüren versehen, deren eine immer zu schliessen ist, wenn die andere geöffnet werden soll. Der Raum zwischen beiden, nun auch Ausgleichsraum genannt, dient dazu, um den Luftdruck vor und hinter einer derselben gleich werden zu lassen. Dazu sind Lufthähne vorhanden, deren einer diese Ausgleichs- oder Vorkammer mit der freien äusseren Luft, der andere mit dem Inneren der Luftschleuse verbindet. Die Schleuseneinrichtung wurde vielfach geändert, doch beziehen wir uns bei unserer Besprechung nur auf einen ausgeführten Fall, der seiner Einfachheit wegen vor allem Beachtung verdient.

Die Werkskammer nebst dem später zu beschreibenden Zubehör wird zwischen zwei Schiffen schwimmend nach jenem Orte, wo der Pfeiler zu bauen ist, geschafft, innerhalb eines sehr soliden Pilotengerüstes aufgehängt und nach sehr genauer Einstellung langsam sinken gelassen. Das Gerüst hat eine untere grosse und eine obere kleine Plattform, auf welchen alle Werksvorrichtungen Aufstellung finden müssen und hinlänglicher Raum für die nöthigen Arbeiten und Materialien übrig

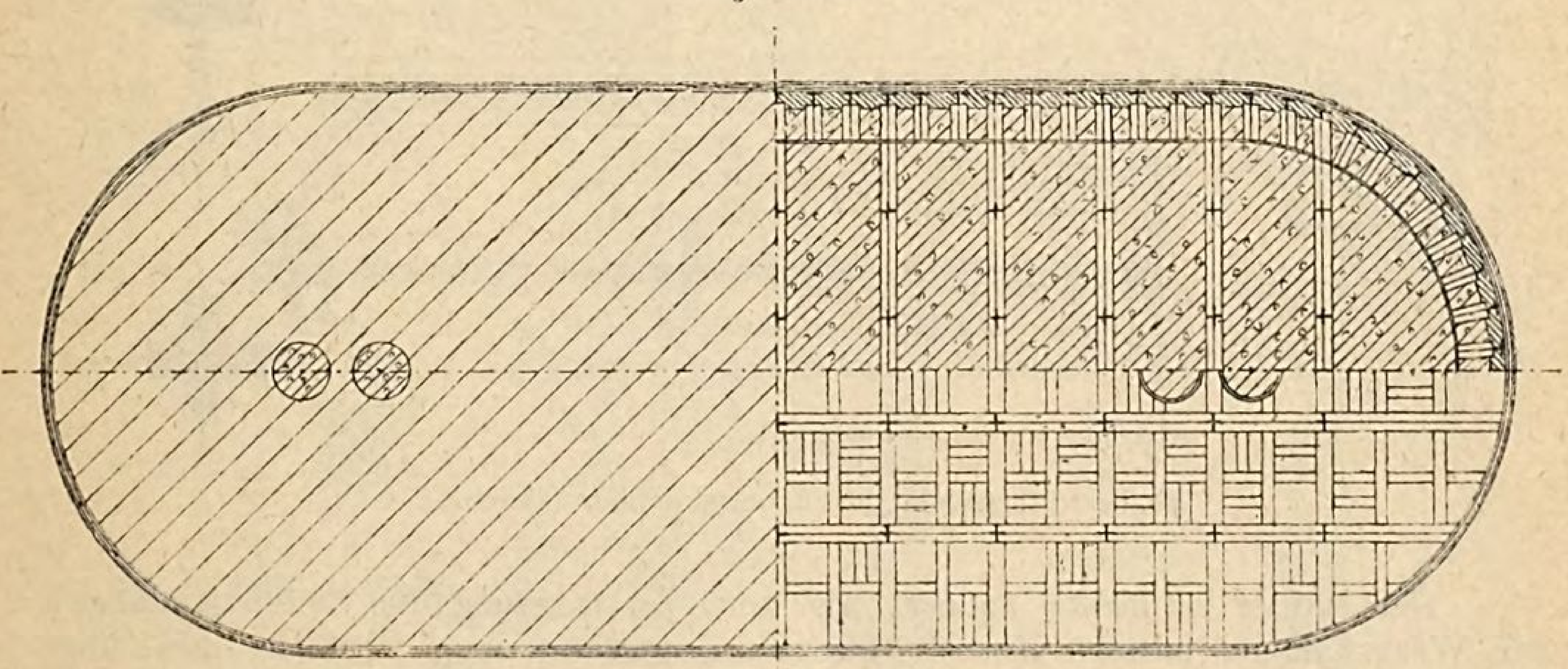
bleibt. Die von einer unten aufgestellten Dampfmaschine betriebenen Luftpumpen pressen Luft in die Luftschleuse, aus welcher diese durch den Einsteige- oder Förderschacht in die Arbeitskammer gelangt; dadurch entfernt man das in ihrem Innern vorhandene Wasser, so dass sie, am Untergrund aufruhend, eine ziemlich wasserfreie Baugrube umschliesst. Infolge ihres Luftinhaltes erfährt aber die Arbeitskammer einen solchen Auftrieb, dass es einer sehr bedeutenden Belastung zur Ueberwindung desselben bedarf; daher erhalten ihre Seitenwandungen eine Fortsetzung nach oben bis über Wasser, d. i. ein Blechmantel, innerhalb dessen die Aufmauerung des Pfeilers über der Werkskammer im Trockenen erfolgt. Gegen etwaige Unfälle, Umkippen, einseitiges Senken u. dgl. sichert man die Construction dadurch, dass man sie mittelst Ketten, Tauen oder Schrauben an das Gerüst aufhängt, was so lange dauern soll, bis sie in tragfähigen Untergrund herabgelangt ist.

Die Senkarbeit am Caisson wird durch Ausgrabung der zur Fundirung untauglichen oberen Schichten des Untergrundes innerhalb der Wandungen vorgenommen, und insbesondere die scharfen Ränder derselben (Unterkanten), Fig. 5329 möglichst gleichmässig untergraben, so dass sich die ganze Construction herabsenkt. Während dessen wird der Blechmantel stets erhöht, um hinlänglich über Wasser herauszuragen und innerhalb desselben der Pfeiler mittelst Beton oder Mauerwerk aufgeführt. Ist die Senkarbeit vollendet, ist man also in tragfähige Tiefe herabgelangt, so werden die Werkskammer und die Schächte mit Beton vollständig ausgefüllt, worauf die restliche Mauerung des Pfeilers in Angriff zu nehmen ist. Sodann wird der Blechmantel unter Wasser so tief als möglich abgelöst und rings um den Pfeiler eine Faschinensicherung oder Steinwurf angebracht.

Beschreibung der einzelnen Constructionstheile.

Arbeitskammer. Diese ist ein nach unten zu offener schmiedeiserner Kasten, dessen Grundfläche jener des Pfeilers entspricht (s. Fig. 5330) und dessen lichte

Fig. 5330.

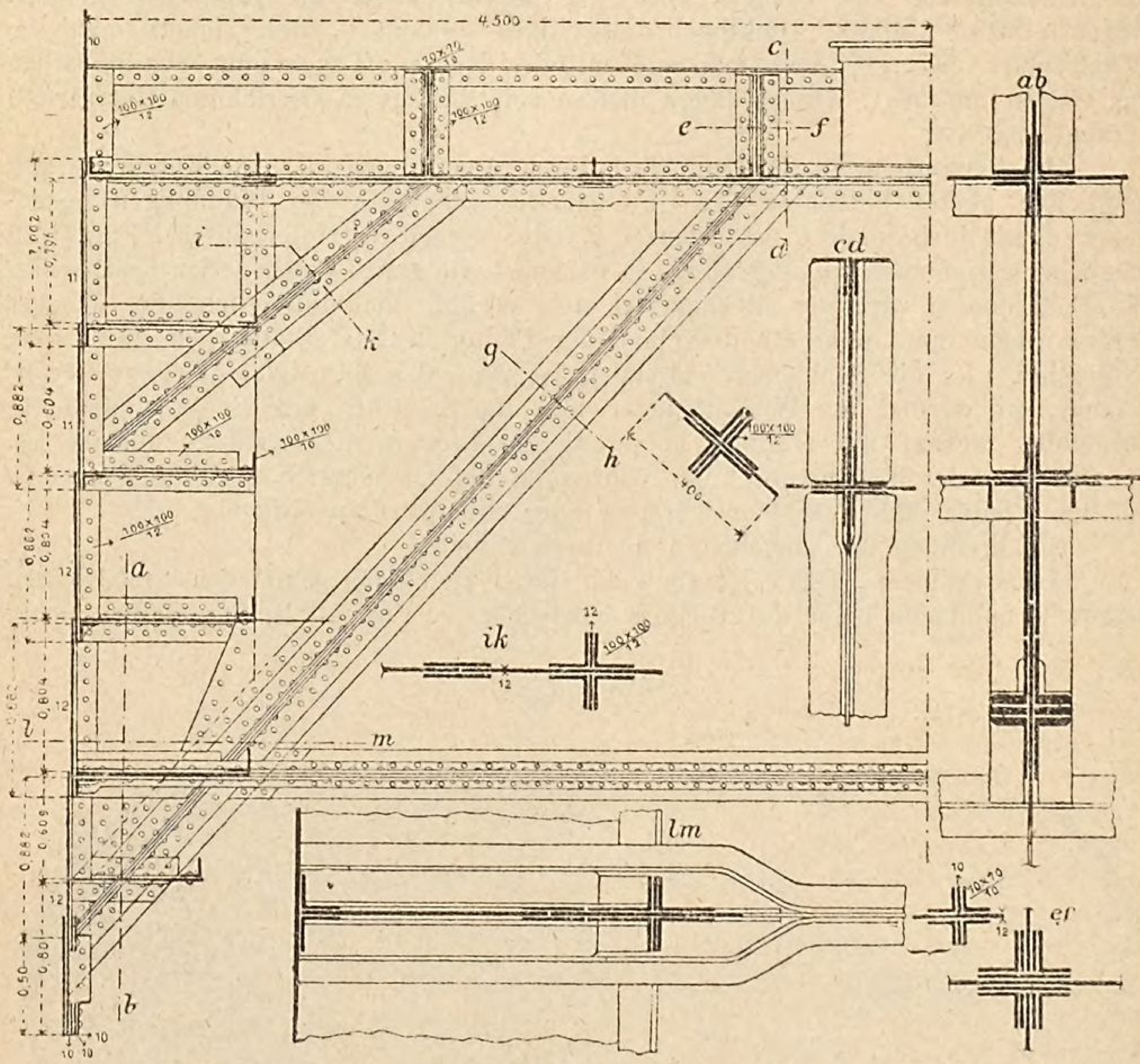


Werks- oder Arbeitskammer, Caisson.

Höhe meist zwischen 2—3^{m} variirt. Um das Gewicht der Schleusen und Luftschächte, sowie den während ihres Sinkens aufzumauernden Pfeiler und Betonkörper tragen zu können und um dem seitlichen Druck des Wassers oder Erdkörpers erfolgreich Widerstand zu leisten, bedarf ihre Construction einer bedeutenden Steifigkeit. Zu dem Ende ist die Decke (Fig. 5330) ein Rost von genieteten Doppel-T-Trägern etwa 1·5—2·0^{m} von einander abstehend und 0·4—1·0^{m} hoch. Ueber oder unter diesen kommt die luftdicht verstemmte Bodenplatte von 0·8—1·2^{cm} Stärke anzunieten. Zweckmässig ist die untere Befestigung, weil man bei der anderen Art rechteckige Zellen oben in dem Caisson erhält, die nachträglich schwer mit Beton

auszufüllen sind. Die Seitenwände (Fig. 5331) erhalten horizontale, mit Zwischenmauerung zu versehende Bankets und verticale Consolen, und ihre untere Schneide ist durch mehrere Bleche (hier 4) verstärkt. Zur Unterstützung der Querträger werden ein oder zwei Druckstreben vom Querschnitt *g h* und *i k* von den Querträgern zu den Seitenwandungen geführt, auch erfolgt eine Verankerung der Seitenwände an einander (siehe *l m* Fig. 5331).

Fig. 5331.



Theilausführungen der Arbeitskammer (Caisson).

Der Mantel ist nichts anderes als eine Verlängerung der Seitenwandungen der Werkskammer mittelst Kesselblech nach oben zu und wird so hoch über Wasser geführt, dass während des Sinkens der Kammer kein Eindringen des Wassers erfolgt. In seinem Innern wird der Pfeiler über dem Caisson im Trockenen aufgemauert; doch wird auch manchmal der eiserne Mantel weggelassen und während der Senkarbeit die Aufmauerung fortwährend über Wasser gehalten. Der Mantel besteht aus 5—10^{mm} starkem Blech, durch Winkeleisen versteift, und da er dem Seitendruck des Wassers nicht widerstehen kann, so wird er im Inneren mit hölzernen Stempeln verspreizt.

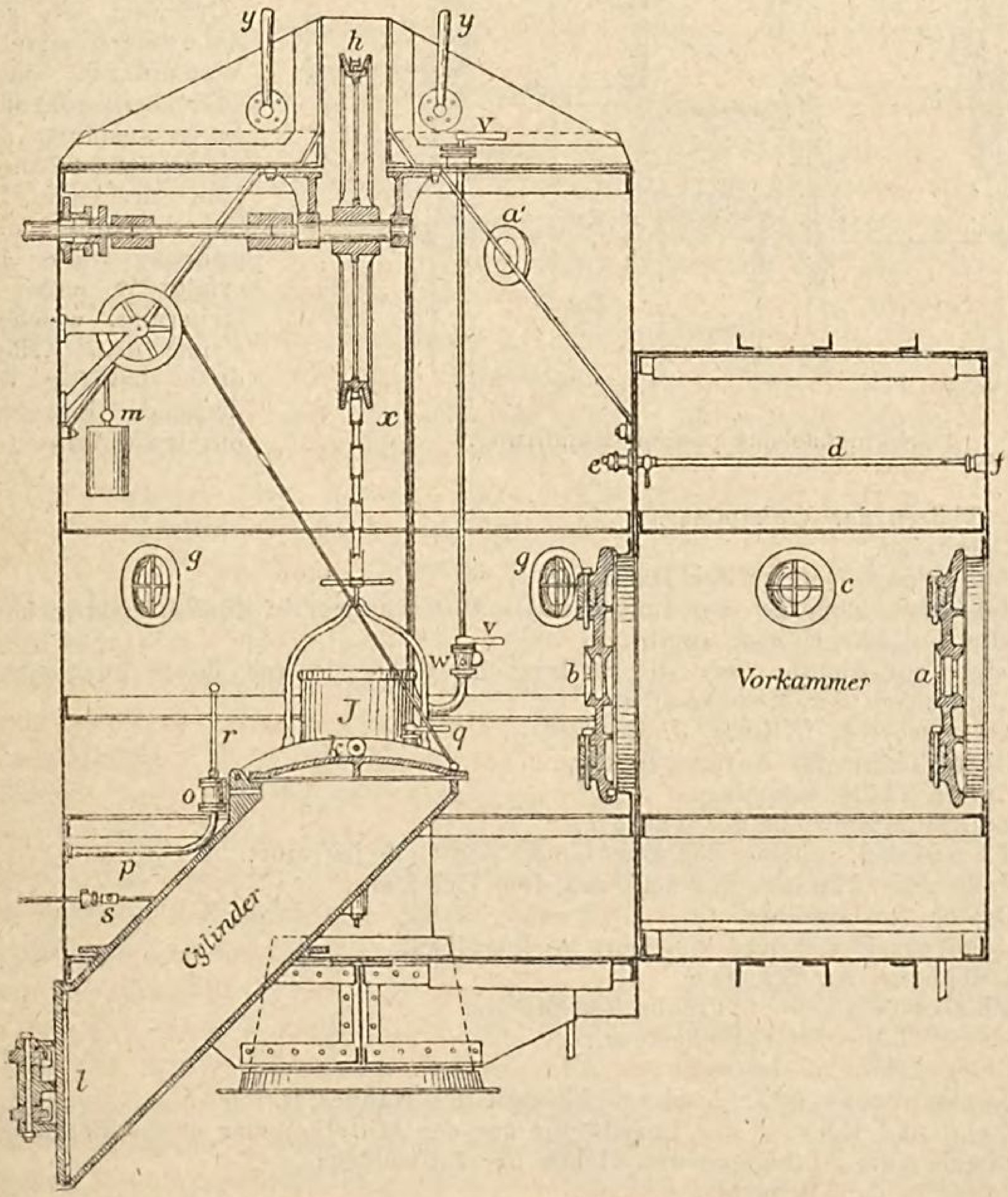
Die Schächte sind cylindrische oder eliptische Röhren von 5—8^{mm} starken Blechen gefertigt; dieselben sind in unserem Falle bei 1^{m} Durchmesser doppelt angeordnet (sonst oft einfach vorhanden) und tragen eine gemeinsame Luftschleuse für die Materialförderung. Im Inneren sind sie mit einer Leiter für den Verkehr der Arbeiter und Aufseher versehen.

Die Luftschleusen vermitteln directe den Verkehr von Menschen und Materiale zwischen der freien Luft und der mit comprimirter Luft erfüllten Werkskammer. Die vollkommenste Anordnung derselben besteht aus einer Vorkammer für die Communication der Menschen, welche die Schleusenkammer im eigentlichsten Sinne ist, ferner aus einer Mittelkammer, in welcher sich zum Theil der Materialförderungsapparat befindet, ferner aus zwei verticalen Seitenkästen (Betonkästen) zum Hereinschaffen der Baustoffe und aus einem geneigten Auslasscylinder zur vorläufigen Aufnahme von aus der Werkskammer herausgefördertem Bodenaushub. Die Arbeit mit diesem erfolgt ohne Störung für die comprimirte Luft der Mittelkammer.

Die Vorkammer hat zwei horizontal drehbare Thüren, bei denen die Drehung um zwei verschiedene, durch Dreharme mit einander verbundene Charniere erfolgt, so dass der ganze Umfang der Thüre stets nahezu gleichmässig angepresst und die Kautschukdichtung länger gut erhalten wird. Ueberdies hat sie der Tagesbeleuchtung wegen eine Glaslinse *c* und die Mittelkammer eine solche *g*. Die Betonkammern und der Auslasscylinder haben auch je zwei Thüren von obiger Construction; da jedoch die untere Thürklappe des Cylinders sich nach aussen öffnet, muss sie wegen des Luftdruckes mit einer Schraube zugezogen werden. Nahe bei dem oberen Ende des Auslasscylinders ist ein Hahn *O*, der eine Röhre *p* hat, die aus der Mittelkammer herausführt; durch das Oeffnen dieses Hahnes kann die comprimirte Luft nach dem Schliessen der oberen Thüre herausgelassen werden. Auf der oberen Thüre ist ein Hahn *q*, durch welchen die comprimirte Luft, nach Schliessung der unteren Thüre, in den Cylinder zugelassen werden kann. Die obere Thüre ist durch ein Gewicht an einer Rolle ausbalancirt.

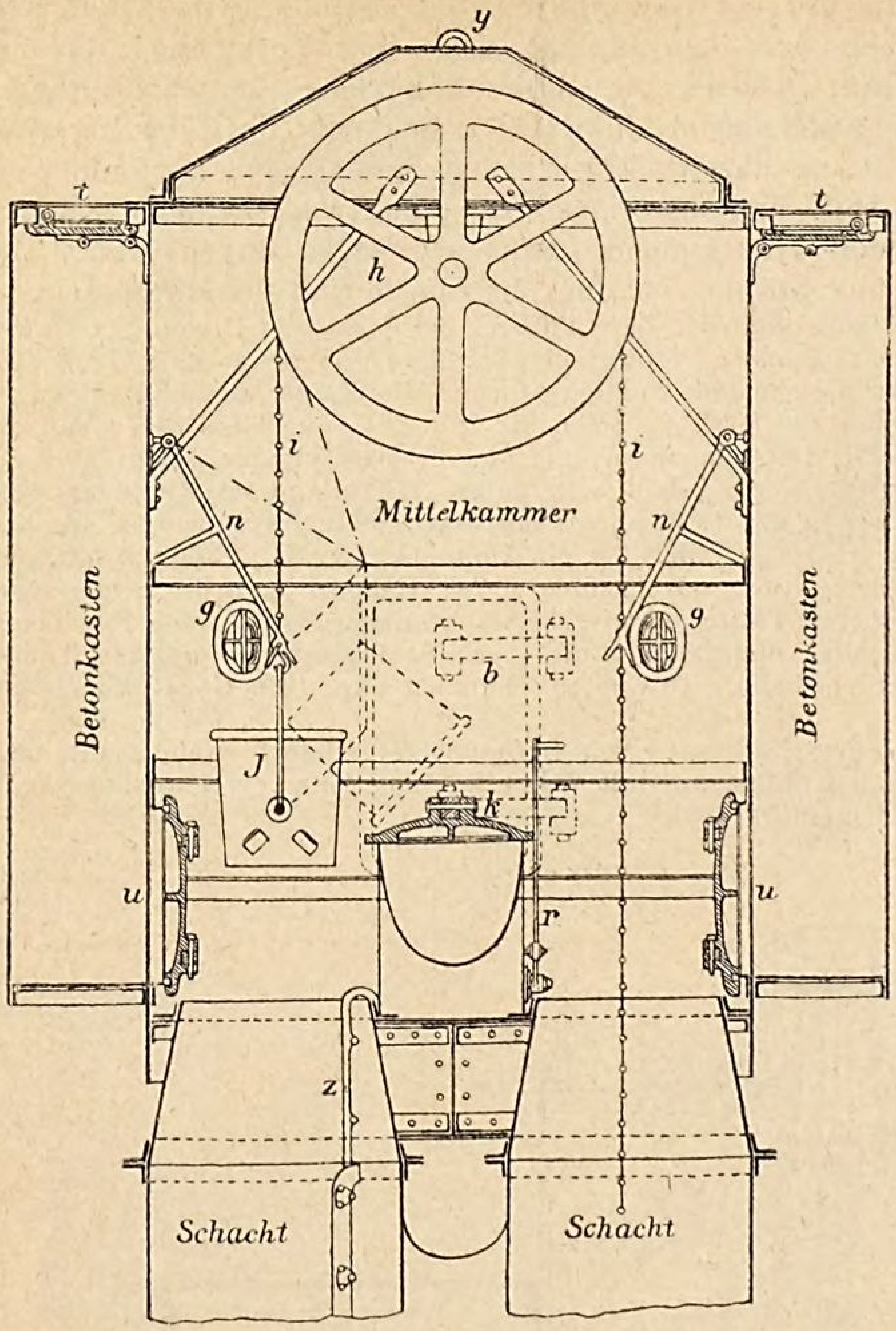
Die nothwendige comprimirte Luft wird von Luftpumpen geliefert, welche die sich erwärmende Luft erst durch einen Kühlapparat mit Wasserkühlung leiten, von wo aus sie in Gelenkröhren in die Luftschleuse geführt wird.

Fig. 5332.



Luftschleuse zur pneumatischen Fundirung.

Fig. 5333.



Luftschleuse zur pneum. Fundirung.

Zum Betrieb der Luftcompressoren und der Druckpumpen des Accumulators dienen kräftige Dampfmaschinen.

Der hydraulische Accumulator dient dazu, um stets einen constanten Wasserdruck zu haben (hier 20 Atm.) und damit den hydraulischen Mechanismus zu betreiben, welcher die Materialförderung im Inneren vollzieht. Die hiebei verwendeten Leitungen sind, conform den früher erwähnten, Gelenkröhren. Um zu verhüten, dass der bewegliche Theil des Accumulators zu hoch steige, bewirkt er in einer gewissen Höhe automatisch seine Entlastung.

Der Fördermechanismus ist an der Aussenseite der Mittelkammer befestigt und wirkt direct auf die Kettenscheibe *h* der Figur 5332. Indem an einer festen Kolbenstange ein beweglicher Cylinder, mit seitlichen Zahnstangen versehen, durch Wasserdruck eine hinauf- oder herabgehende Bewegung ausführt, setzt sich diese mittelst Zahnrädern in eine drehende Bewegung (in's Schnelle) um. Die Regulirung dieser Bewegung erfolgt in einer Schiebersteuerung, welche mittelst *s* mit dem Krückhebel *r* direct bethätigt wird. Die drehende Bewegung wird durch die Achse der Ketten-

a. b. Thüren der Vorkammer.
c. Lichtlucke.
d. Stange zum Oeffnen des Hahnes *e*.
e. Hahn zum Einlassen der Luft aus der Mittelkammer in die Vorkammer und Zeiger, der die Stellung dieses Hahnes angibt.
f. Zeiger zur Angabe über die Stellung des Hahnes *e* und daher auch der Thüre *b*.
g. Lichtlucken der Mittelkammer.
h. Kettenscheibe, *i.* Kette, *J.* Eimer.
k. Obere Thüre des Auslasscylinders.
l. Untere Thüre desselben.
m. Entlastungsgewicht der Thüre *k*.
n. Klauenhebel, welcher den Eimer über den Cylinder führt.
o. Hahn zum Ablassen der Luft aus dem Cylinder.
p. Dessen Auslassröhre.
q. Hahn zur Einführung von Luft in denselben.
r. Krückhebel zur Stange *s*.
s. Schieberstange des hydraulischen Motors.
t. Obere Thüre des Betonkastens.
u. Untere Thüre desselben.
v. Handhabe zum Oeffnen oder Schliessen des Hahnes *w*.
w. Hahn und Röhre *x* zur Lufteinfuhr aus der Mittelkammer in die Betonkästen.
y. Bügeln zum Aufhängen und Heben der Luftschleuse.
z. Leiter in dem Schachte.
a' Einmündung der Luftleitung aus den Luftpumpen.

scheibe dieser selbst mitgetheilt und daher diese einmal rechts, dann wieder links umlaufen. So können dann die gefüllten Eimer hinauf- und die leeren herabgefördert werden.

Wenn der gefüllte Eimer emporgezogen ist, so greift das untere Ende der Kette mit einem Querstock in die Klaue eines in schräger Richtung aufgehängten Hebels l und gelangt dadurch in die, Fig. 5333. punktirt angegebene Lage. Weil aber der Kübel unterhalb seines Schwerpunktes an einem Bügel hängt, so hat der in der Mittelkammer befindliche Mann nur eine eiserne Klinke, welche zeitweilig den Rand des senkrecht hängenden Kübels mit jenem Bügel verbindet, loszuschlagen, um sofort das Kippen des Kübels und seine Entleerung in den Cylinder zu bewirken.

Die zu Anfang erwähnte Plattform oder das Arbeitspodium um den Caisson, ist ein Pilotengerüst, dessen Pfähle circa 3^{m} von einander abstehen und durch Andreaskreuze und Holme verbunden sind, worauf ein starker Bohlenbelag zu liegen kommt.

Auf einem höheren Gerüste ist eine zweite Plattform angebracht, welche einem Krahngestelle dient, mittelst dessen das Höhersetzen der Luftschleuse bewirkt wird. Ebenso dient es zur Förderung aller Baumateriale.

Um jede der Luftschleusen ist aber noch eine eigene Gallerie angebracht, um sie überall von Aussen zugänglich zu machen.

Die in unserem Fall gezeichnete Arbeitskammer hat eine lichte Höhe von 4·70^{m}; doch wurde diese darum so hoch bemessen, weil der schlammige Untergrund die Gefahr zeitweilig abnormer Senkung barg.

Zur Verstärkung der Caissonwandungen wurden bereits vor ihrem Sinken die Fächer zwischen den Banketten mit guten Klinkern in Portlandcementmörtel ausgemauert und nach beendeter Senkarbeit der ganze Innenraum des Caissons mit Beton völlig ausgefüllt. Ueber demselben ist der Pfeiler mit Mauerwerk aufgebaut, das gegen den eisernen Mantel bis 2·78 unter Niederwasser anschliesst; von da ab beginnt die Werksteinverkleidung. Die Schächte müssen ebenfalls mit Beton vollgeschüttet werden.

Rund herum um den Pfeiler kommt eine Sicherung gegen Unterwaschung; diese besteht in einer Anordnung von Faschinensinkstücken und darüber kräftigen Steinwurf. Mit Ausnahme des Caissons und der Schächte können alle anderen Vorrichtungen wieder zu einem Bau verwendet werden.

Andere Arten der pneumatischen Fundirung zu besprechen, ermangelt es hier an dem nöthigen Raume.

Fundirung nach dem Gefrierverfahren.

Dieses dem Herrn Poetsch patentirte Verfahren besteht im Wesentlichen darin, dass in einer wasserführenden Erdschichte durch Absenken von Röhren, in welchen eine tief unter dem Gefrierpunkt des Wassers erkaltete Lauge oder Luft circulirt, ein Froststück erzeugt wird, innerhalb dessen der Aushub des Bodens trocken bewerkstelligt werden kann.

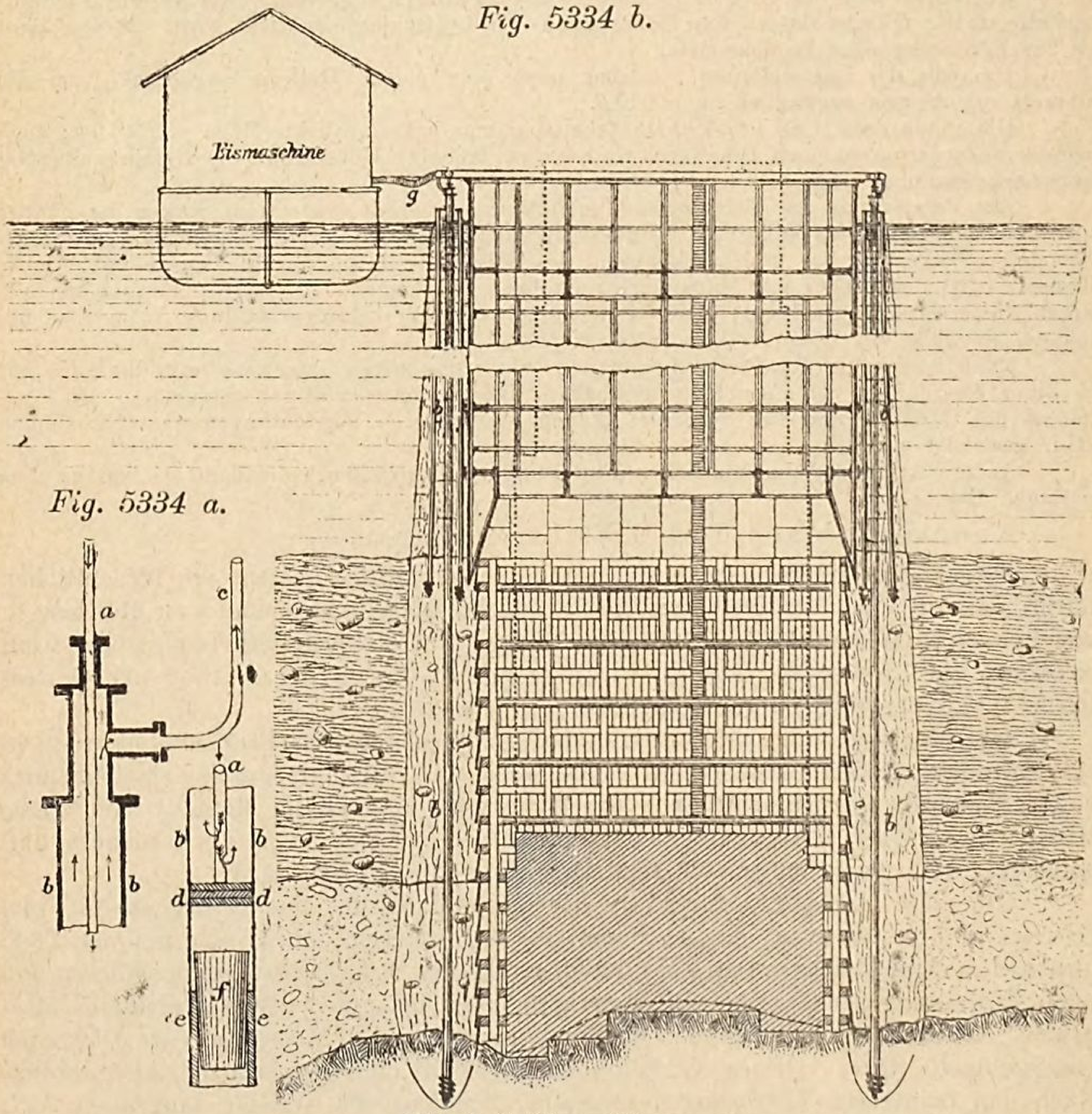
Obzwar bisher dieses Verfahren bei Fundirungen von Brückenpfeilern nicht zur Anwendung kam, indem nach demselben nur Schächte durch schwimmendes Gebirge geteuft wurden, soll doch die für erstere aufgestellte Methode von Herrn Brennecke deshalb hier Aufnahme finden, weil sie sich auch für besonders tiefgehende Fundirungen unter Wasser ganz besonders eignen dürfte.

Die erste Methode besteht in der Verbindung des pneumatischen mit dem Gefrierverfahren, so zwar dass, nachdem man mit ersterem bis auf eine gewisse Tiefe in den Untergrund eingedrungen ist, nunmehr das letztere zur Anwendung kommt und nach Entfernung der Caissondecke innerhalb einer bis auf den wasserdichten Untergrund reichenden, festgefrorenen Schlammwandung die Aushebung der Baugrube vorzunehmen wäre. Dieses Verfahren erfuhr nun eine wesentliche Abänderung. Nach den bisherigen Erfahrungen schreitet der Frost im Wasser langsamer fort, als im Boden, der mit Wasser durchsogen ist. Man wird daher zweckmässiger nur eine oben und unten offene, gehörig versteifte Ummantelung aus Eisen auf die Flussohle herablassen, die Schneide etwas in die Sohle hineinsenken und darauf von oben aus die Gefrierrohre, welche innerhalb des Wassers mit Holz verschalt sind, ringsum einlassen. Sobald dann die Frostmauer als Fortsetzung der eisernen Ummantelung bis zum wasserdichten Untergrunde geschlossen ist, kann man das Wasser aus der nun vollständig abgeschlossenen Baugrube abpumpen und den Schacht auf der Sohle abteufen. Die bis dahin an dem im Wasser befindlichen Theile der Gefrierrohre anschliessende Eiskruste wird nicht sehr bedeutend sein. In die zu durchteufende Sand- oder Schlammschichte wird rings um die eiserne Ummantelung eine Anzahl Röhren, etwa 1^{m} weit von einander abstehend, bis (einige Meter) in die wasserundurchlässige Schichte eingebohrt, und in ihnen eine Chlor-

calciumlauge, deren Gefrierpunkt bei —40° C. liegt, circuliren gelassen, welche man durch eine Eismaschine bis auf ca. —20° C. abgekühlt hat. Um den Kreislauf in den Röhren zu ermöglichen, sind dieselben doppelwandig in der Weise hergestellt, dass in der äusseren, unten geschlossenen, 200mm weiten Röhre *b b* eine unten offene, 30mm weite Röhre *a a*, Fig. 5334 *a*, bis fast unten hin reicht. Die Lauge tritt nun aus den unten befindlichen Seitenöffnungen der schmalen Röhre in die weite äussere aus und steigt in dem Zwischenraum zwischen beiden Röhren wieder in die Höhe, um durch *c* in die Eismaschine geleitet und dort neuerdings gekühlt zu werden. Das untere Rohrende ist durch einen Bleipfropf *f* verschlossen.

Fig. 5334 b.

Fig. 5334 a.



Pötsch Gefrierverfahren.

Die in den Röhren umfliessende Lauge entzieht der Umgebung des Rohres so viel Wärme, dass sich Eishüllen um jedes Rohr bilden, welche bald mit einander zusammentreffen und sich derart verbinden, dass sie einen geschlossenen Eisklotz bilden. Dadurch nun, dass auch die eiserne Ummantelung mit anfriert, wird es ermöglicht, das im Inneren derselben befindliche Wasser auszupumpen und nach bergmännischer Weise einen Schacht von solchem Querschnitt abzuteufen, dass der Bau des Pfeilerfundamentes darin durchgeführt werden kann. Gleichzeitig müssen aber auch die gegenüberliegenden Wände gegen einander abgesteift werden. Die zu bildende Eisumhüllung hat also den Zweck zu erfüllen, die Baugrube wasserdicht abzuschliessen.

Ist die Baugrube bis auf den Felsen ausgehoben und dieser selbst geebnet, so wird es sich darum handeln, das aufzuführende frische Mauerwerk vor dem schädlichen Einflusse der nahe gelegenen gefrorenen Massen zu schützen. Man kann hiezu zwei Wege einschlagen.

Der erste bestände darin, dass man, um möglichst wenig Fugen mit frischem Mörtel in der Nähe des Eises zu erhalten, bereits vorher grössere künstliche Steine von regelmässiger Form herstellt, die man für die Aussenwände benutzt, während das Füllungsmauerwerk in gewöhnlicher Weise ausgeführt werden kann und ausserdem auf künstliche Weise die Temperatur um den Mauerwerkskörper, welcher von dem Eiskörper durch eine Luftschichte getrennt ist, nicht unter 0^0 sinken lässt.

Einfacher und sicherer dürfte man vorgehen, wenn diese äusseren künstlichen Steine in einen Mörtel versetzt werden, der aus einer Mischung von Theer, Pech und Sand besteht. Die trennende Luftschichte wird auch hier beibehalten und man kann das Füllungsmauerwerk, welches frostsicher liegt, in gewöhnlicher Weise herstellen.

Mit dem Fortschreiten der Aufmauerung werden die hölzernen Stempel und eisernen Aussteifungen eine nach der anderen entfernt und durch kurze Keile und Stempel, welche sich gegen das fertige Mauerwerk stützen, ersetzt. Ist endlich das Mauerwerk über Wasser fertiggestellt, so hört man mit der Kühlung auf und hebt nach einiger Zeit den eisernen Mantel ab, um ihn für einen nächsten Pfeiler zu verwenden.

Vortheilhafter dürfte es sein innerhalb der Eishülle eine Brunnenabsenkung vorzunehmen und hierbei das Wasser nicht auszuschöpfen, sondern unter Wasser zu baggern und schliesslich zu betoniren. Die Frosthülle erleidet beim Pumpen eine sehr bedeutende Verzögerung, weil das nachquellende erdwarme Wasser sie stark angreift.

Ein Vorschlag geht dahin, die Rohre kreisförmig anzuordnen, eventuell noch innerhalb dieses Kreises Rohre zu vertheilen, den Boden hart gefroren zu teufen und statt der Lauge, welche bei Undichtigkeit der Rohrenden auf den Eiskörper lösend wirkt, kalte Luft anzuwenden.

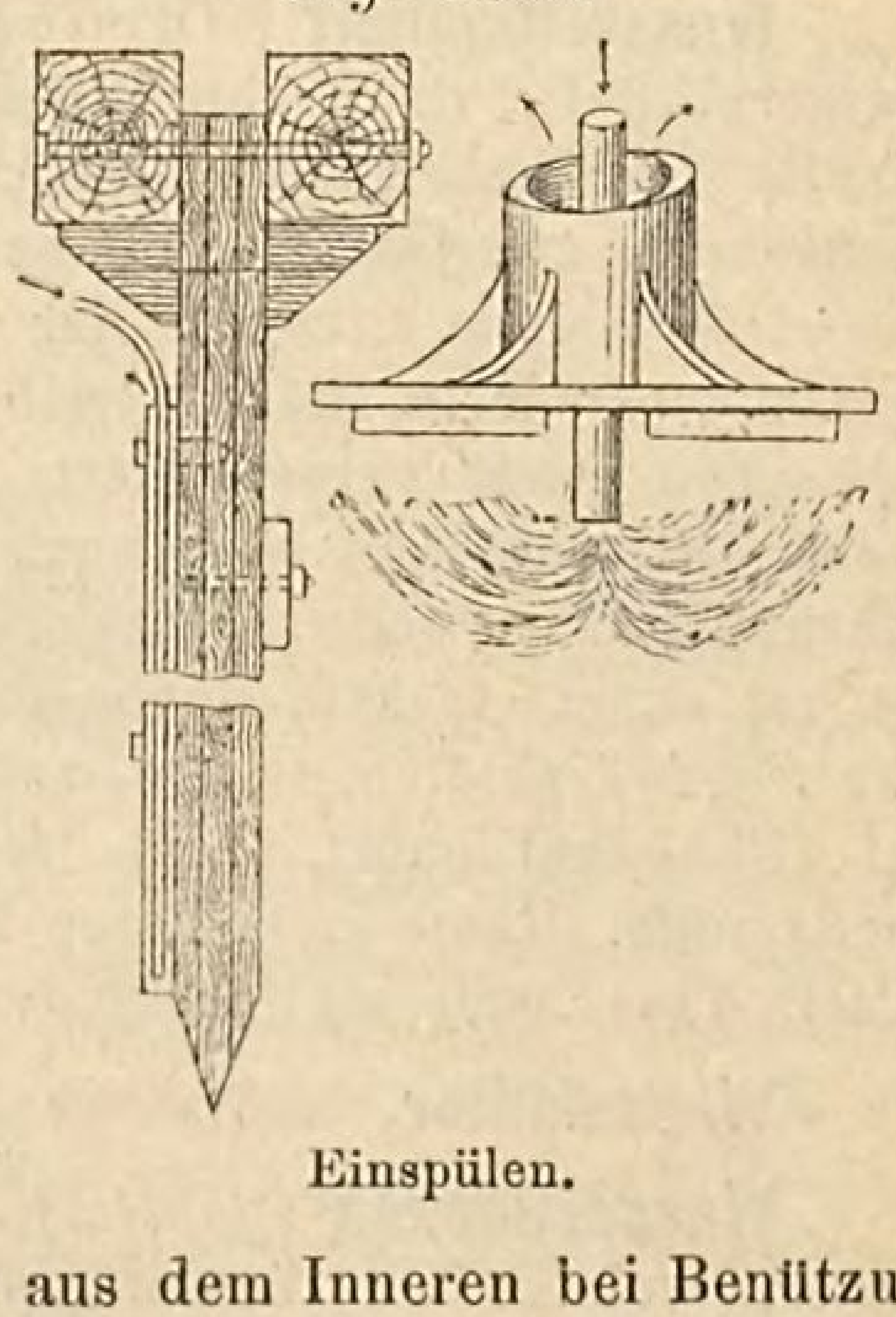
Näheres über dieses Verfahren siehe nach: Centralblatt der Bauverwaltung 1883 bis 1888, Poetsch, das Gefrierverfahren, Freiberg in Sachsen 1886, Brennecke, der Grundbau (Handbuch der Baukunde), Berlin 1887.

Das Einspülen mit Druckwasser.

Im Schlamm, Sandboden, leichten Kiesboden etc. lässt sich dieses Verfahren sehr vortheilhaft verwenden.

Wendet man zwei Rohre an, deren eines in dem anderen steckt, so zwar, dass zwischen beiden noch ein beträchtlicher Durchflussquerschnitt vorhanden ist, und leitet durch das innere Rohr einen Wasserstrahl gegen den Untergrund, welcher dadurch heftig angegriffen wird, so reisst das durch den übrigen Rohrquerschnitt des äusseren Rohres zurückströmende Wasser das aufgewirbelte Materiale mit und gestattet ein Tiefersinken der beiden Rohre. Sind diese beiden Rohre an einem Spundpfahle oder einer Pilote befestigt, so wird diese so wie nöthig eingespült werden können. Das äussere Rohr kann selbsttragend werden, wie beim Scheibenpfahl (siehe Fig. 5335), ja selbst eiserne Pfeilermantel (4^m Durchmesser) wurden dadurch gesenkt, dass in ihnen das Wasser ca. $1{\cdot}5^m$ höher als aussen stand und ein Heberrohr das Materiale aus dem Inneren bei Benützung dieses Ueberdruckes förderte.

Fig. 5335.



Einspülen.

Sicherung der Fundamente gegen Unterspülung.

Dabei kommen Wandconstructionen zur Anwendung, welche das Fundament mantelartig umgeben, z. B. Spund- und Pfahlwände, ferner Steinschüttungen, Faschinenwerke, Pflasterungen und endlich Pfahlwerke, wobei zwischen mehreren Pfahlreihen, Steinschüttungen durchgeführt werden.

Die verschiedenen Gründungsarten verlangen oder erlauben häufig Combinationen unter einander. Hierauf näher einzugehen, gestattet der beschränkte Raum nicht.

Literatur: Klasen L. Handbuch der Fundirungsmethoden im Hochbau, Brückenbau und Wasserbau. Leipzig 1879.

Schwarz F. Der Grundbau. Berlin 1865.

Becker M. Allgemeine Baukunde des Ingenieurs. Stuttgart.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. I. Bd. 2. Aufl. Leipzig 1884.

Brennecke, der Grundbau (Handbuch der Baukunde), Berlin 1887.

Werke über die gesammte Wasserbaukunst:

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. III. Bd.: Der Wasserbau. 2. Aufl. Leipzig 1883.

Hagen. Handbuch der Wasserbaukunst. I. Theil: die Quellen, II. Theil: die Ströme, III. Theil: das Meer.

Debauve. Manuel de l'ingénieur des ponts et chaussées. 15. fasc.: Hydraulique, 16. fasc.: Distributions d'eau, 17. fasc.: Usages agricoles, 18. u. 19. fasc.: Des eaux comme moyen de transport.

Waterbouwkunde. 's Gravenhage, de gebroeders van Cleef. 1878.

Becker. Der Wasserbau in seinem ganzen Umfange. 2. Aufl. Stuttgart 1861.

Chiolich-Löwensberg. Anleitung zum Wasserbau. Stuttgart 1864.

Handbuch der Baukunde. Abth. III.: Baukunde des Ingenieurs. Berlin.

Guillemain, Navigation intérieure, rivières et canaux. Paris 1885.

U. Huber.

Wasserblau, s. m. Berlinerblau.

Wasserblei, s. m. Molybdänglanz, s. Molybdänit VI pag. 169, fälschlich auch s. m. Graphit IV pag. 154. *Gtl.*

Wasserbomben, d. s. Sprenggeschosse, welche mit einer Ladung von Sprengstoff und Wasser gefüllt sind, s. Polyt. Centralblatt 1875 pag. 1361. *Gtl.*

Wasserbordbleche, s. Schiffbau VII pag. 610.

Wasserbordgang, s. Schiffbau VII pag. 613.

Wasserbürste, Wasserpinsel. Eine nur abtheilungsweise mit Borsten besetzte Bürste zur Anfertigung der Irispapiere und Iristapeten. *E.*

Wasserfarben, s. b. Farbstoffe III pag. 365.

Wasserfenchel, Pferdesame, Rossfenchel (Froschpeterlein, Peersaat, Wasserkörbel), d. s. die Früchte von *Oenanthe Phellandrium Lam.*, einer zur Familie der Umbelliferen gehörigen, häufig in Gräben und stehenden Gewässern wachsenden zweijährigen Pflanze mit in Dolden stehenden weissen Blütchen und 0·6—1·5^{m} hohem Stengel, der an dem über Wasser ragenden Theile hellgrüne, dreifach gefiederte Blätter treibt. Die Frucht ist oval länglich, 24—36^{mm} lang, nach oben etwas verschmälert, ein wenig zusammengedrückt, mit 10 Rippen gestreift, hellbräunlich, aber auch schwarz gefärbt (geströmter, d. i. durch eine Art Gährungsprocess schwarz geworden), seltener gelbgrün, mit purpurviolett gemischt. Sie hat einen starken, unangenehm aromatischen Geruch und einen unangenehmen, scharf gewürzhaften, lange nachhaltenden Geschmack. Enthält 1·5 Proc. äther. Oel (Phellandriumöl), dann fettes Oel (bis 5 Proc.), Wachs, Harze und Extractivstoffe. Fand in früherer Zeit häufig, jetzt seltener Anwendung als Arzeneimittel, dann auch als insektenvertreibendes Mittel. *Gtl.*

Wasserfilter, s. Wasser b. Wasserstoff.

Wasserflecken (*gouttes*), lichte, runde Flecken im geschöpften oder Hand-Papier, welche von Wassertropfen herrühren, die beim Schöpfen auf die noch weiche Papiermasse gespritzt wurden. *E.*

Wassergas (*gas d'eau — water-gas*) ist ein sowohl zu Heizungs- als auch Beleuchtungszwecken verwendetes Gasgemenge, welches der Hauptmasse nach aus Wasserstoff und Kohlenoxyd, nebst kleinen Mengen Kohlensäure besteht und durch Einwirkung von (eventuell überhitztem) Wasserdampf auf glühende Kohle (Koks, Anthracit) erzeugt wird. Theoretisch sollte es aus gleichen Raumtheilen Wasserstoff und Kohlenoxyd bestehen und der ideale Process der Wassergaserzeugung wird durch die Reactionsgleichung

$$C + H_2O = CO + H_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{I.}$$

dargestellt. Gemäss dieser Gleichung erfolgt die Einwirkung von Wasserdampf auf glühenden Kohlenstoff nur bei hoher Temperatur, die Reaction ist etwas über 1000° vollständig. Bei niedrigerer Temperatur verläuft der Process auch zum Theil unter Bildung von Kohlensäure:

$$C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{II.}$$

Unterhalb 500° tritt nur die letztere Reaction ein, da sodann die Kohlensäure durch den Kohlenstoff nicht mehr zu Kohlenoxyd reducirt wird. (Naumann und Pistor, Ber. d. d. chem. Ges. 18 pag. 1647.) Daher findet sich auch beim Einblasen von Wasserdampf in die Wassergasgeneratoren Anfangs, wenn die Temperatur sehr hoch ist, in dem Wassergas sehr wenig Kohlensäure. In dem Masse aber, als die Temperatur während des Einblasens sinkt, erhöht sich auch der Kohlensäuregehalt des Wassergases. So beobachtete Lunge (s. u.) im ersten Momente des Wasserdampfeinblasens nur das Auftreten von Kohlenoxyd. Nach einigen Minuten waren schon mehrere Procente Kohlensäure, nach 20 Minuten bereits 12·5 Proc. Kohlensäure auf 16·5 Proc. Kohlenoxyd gebildet.

Weiterhin kommt die Wechselwirkung zwischen Wasserdampf und Kohlenoxyd in Betracht, welche der Reactionsgleichung:

$$H_2O + CO = CO_2 + H_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{III.}$$

entspricht. Naumann und Pistor (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 18 pag. 2894) haben gezeigt, dass eine derartige Umsetzung bis zu einer Temperatur von 560° nicht nachweisbar ist. Bei etwa 600° aber waren 2 Proc., bei 900° 8 Proc. und bei 954° 10·5 Proc. des Kohlenoxydes in Kohlensäure verwandelt. Bei Versuchen in Essen gelang die Umwandlung des Kohlenoxydes durch Wasserdampf in Kohlensäure und Wasserstoff bei der hohen Temperatur des Regenerators eines Wassergasapparates glatt und vollständig (Blas, Stahl und Eisen 1886 pag. 4). Eine Umsetzung zwischen Kohlensäure und Wasserdampf zu Kohlenoxyd und Wasser findet nicht statt (Naumann und Pistor, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 18 pag. 2724).

Die Reactionen I und II gehen unter Wärmeverbrauch vor sich:

$$C + H_2O = CO + H_2 \quad \ldots\ldots \quad -29010 \text{ W.-E.}$$
$$C + 2H_2O = CO_2 + 2H_2 \quad \ldots\ldots \quad -18240 \text{ W.-E.}$$

Nur die Reaction III, welche aber hier eine Nebenreaction ist, verläuft unter Wärmeentwickelung.

$$H_2O + CO = CO_2 + H_2 \quad \ldots\ldots \quad +10770 \text{ W.-E.}$$

1^{cbm} des theoretischen Wassergases, bestehend aus 50 Proc. Wasserstoff und 50 Proc. Kohlenoxyd braucht zu seiner Erzeugung 0·27 Kg. Kohlenstoff und 0·403 Kg. Wasserdampf und somit 868 Wärmeeinheiten, wenn man von der Bildungswärme des flüssigen Wassers ausgeht. 1^{cbm} dieses Wassergases entwickelt bei seiner Verbrennung 2797 Wärmeeinheiten.

Auch bei Einwirkung von Wasserdampf auf Kohlenwasserstoffe bei entsprechend hoher Temperatur entsteht Wassergas und bildet sich auch hier bei hoher Temperatur mehr Kohlenoxyd, bei niederer Temperatur mehr Kohlensäure.

Ausser den bereits genannten Bestandtheilen finden sich im Wassergas noch geringe und schwankende Mengen von Stickstoff, Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoffen und nach Blas (Stahl und Eisen 1886 pag. 7) auch Siliciumwasserstoff (in Spuren). Nach Bunte findet sich Chlorsilicium vor (Lunge, chem.

Ind. 1887 pag. 178). Bereits zu Anfang dieses Jahrhunderts (1824 engl. Patent Nr. 4954 J. Ibbetson) wurde es versucht, die Thatsache, dass beim Ueberleiten von Wasserdampf über glühende Kohle ein Gemenge von Wasserstoff, Kohlenoxyd und Kohlensäure entsteht, zur Erzeugung von Leuchtgas, von Wasserstoff im Grossen etc. technisch zu verwerthen. So lange die Operation in der Art ausgeführt wurde, dass man Holzkohle, Koks, Anthracit etc. in stehenden oder liegenden Retorten durch eine besondere Feuerung von Aussen her erhitzte, war der Process anderen Erzeugungsarten von Leuchtgas gegenüber wegen der zu grossen Kosten mit Erfolg nicht anwendbar.*) Brauchbar für die Praxis wurde er erst, nachdem man die Retorten durch Schachtöfen ersetzte, in denen die Kohle erst unter Einblasen von Luft in entsprechende Gluth gebracht, sodann der Wind abgestellt und Wasserdampf eingeblasen wurde. Ist die Temperatur durch die hiebei eintretenden Reactionen so weit gesunken, dass die Zusammensetzung des Wassergases eine ungünstige zu werden beginnt, so wird abermals umgeschaltet und nun durch Lufteinblasen (Warmblasen) die Temperatur wieder auf die nöthige Höhe gebracht u. s. w. Selbstredend wird das Wassergas gesondert aufgefangen. In dieser Art wurde der Process zuerst von Fages (vgl. Art. Wasserstoff, Darstellung) zur Erzeugung eines unreinen Wasserstoffgases behufs Beleuchtung der Stadt Narbonne angewendet.

Das eben skizzirte Princip steht auch heute noch bei der Herstellung von Wassergas in Anwendung. Allerdings erfuhren die verwendeten Apparate erst in neuester Zeit eine derartige Vervollkommnung, dass der Methode eine Zukunft gesichert ist. Jeder Apparat zur Herstellung von Wassergas besteht zunächst aus dem Generator, d. i. einem Schachtofen, in welchem sich der Brennstoff befindet und in den, wie oben erwähnt, abwechselnd Luft und Wasserdampf eingeblasen wird. Durch das Einblasen von Luft erzielt man gewöhnliches Generatorgas (Siemensgas) und es ist charakteristisch für den Wassergasgenerator, dass mit ihm abwechselnd Wassergas und gewöhnliches Generatorgas erzeugt werden kann.

Je nach der Art, in welcher das Wasser- und Generatorgas verwendet wird, je nach dem zu Gebote stehenden kohlenstoffhaltigen Materiale, je nach Anwendung von überhitztem oder nicht überhitztem Wasserdampf etc. ist die Construction des Generators und des ganzen Apparates verschieden.

In Amerika, wo Anthracit in grossen Massen und in sehr reiner Form zu Gebote steht, wird er fast ausschliesslich bei der Erzeugung von Wassergas benützt. In Folge seines geringen Aschengehaltes liefert er fast keinen Staub und keine Schlacke, was natürlich zur Haltbarkeit der Generatoren sehr viel beiträgt. Daselbst wird das Wassergas sehr viel zu Beleuchtungszwecken verwendet. Man ertheilt seiner Flamme die Leuchtkraft durch Carburirung des Gases, d. h. durch Beimischung von leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffen. Bei den nach dem Verfahren von Lowe arbeitenden Apparaten (z. B. dem Apparat von A. O. Granger u. Co. in Philadelphia, vgl. Blas, Stahl u. Eisen 1886, Blatt I) ist der Generator mit einem Rost versehen, auf dem der Anthracit liegt, unter den während des Warmblasens der Wind eintritt und so zunächst die nöthige Temperatur und zugleich Generatorgas erzeugt wird. Letzteres verbrennt man mit Hilfe von Oberwind und erhitzt dadurch einen mit dem Generator verbundenen Regenerator. Ist der Anthracit genügend in Gluth gekommen, was nach der Windpressung und der Höhe der Kohlenschicht 10 bis 15 Minuten dauert, so wird der Wind abgestellt, die Schornsteinklappe des Regenerators geschlossen und Wasserdampf unter den Rost des Generators eingeblasen.

Das Wassergas tritt in den Regenerator über und mengt sich hiebei mit den in den Verbindungsraum zwischen Generator und Regenerator eingepressten Petroleumrückständen, Naphta oder ähnlichen Kohlenwasserstoffen. In dem Regenerator erfahren diese Kohlenwasserstoffe durch die hier herrschende hohe Temperatur eine Dissociation, wodurch noch solche von höherer Leuchtkraft entstehen, während andererseits die Kohlensäure und etwa überschüssiger Wasserdampf des Wassergases sich mit einem Theil der Kohlenwasserstoffe zu Kohlenoxyd und Wasserstoff umsetzen. Aus diesem Grunde schadet auch ein Kohlensäuregehalt des aus dem Generator austretenden Wassergases bei diesem Verfahren weniger und kann somit hier länger mit Wasserdampf geblasen werden. Nach dem Verlassen des Regenerators passirt das carburirte Wassergas noch einen Röhrencondensator und einen Scrubber.

*) Ein ausführlicher Literaturnachweis über diese älteren Verfahren findet sich in der Abhandlung von Ferd. Fischer „Wassergas verglichen mit Leuchtgas und Generatorgas". Zeitschr. f. d. chem. Ind. 1887 II pag. 157.

Aehnlich sind die Verfahren von Tessie du Mothay und von Strong. Nach Angaben von Andreae (s. u.) wird aus 1 Kg. Anthracit und 1 Kg. Petroleumöl 1 Cbm. Leuchtgas von der doppelten Leuchtkraft des gewöhnlichen Steinkohlenleuchtgases erhalten. Dieses Leuchtgas hat den Nachtheil, dass es leicht russt und dass bei grösserer Kälte ein Theil der beigemengten Kohlenwasserstoffe condensirt, wodurch natürlich die Leuchtkraft beeinträchtigt wird.

Im Principe gleich, doch in der Ausführung etwas verschieden, sind die Wassergasapparate, wie sie in Europa in Anwendung stehen. Das Wassergas wird hier viel mehr zu Heizungszwecken als zur Beleuchtung verwendet und wenn zu letzterer gebraucht, seine Flamme vielfach anders leuchtend gemacht als durch Carburiren (z. B. das Fahnejelm'sche Magnesia-Glühlicht s. u.). Hier steht Anthracit in so reichem Masse und in so hoher Reinheit wie in Amerika nicht zu Gebote, und es werden daher Koks, Gaskoks, Schröben etc. zur Wassergasbereitung verwendet. Der Aschengehalt dieser Materialien ist aber bedeutend höher als jener des amerikanischen Anthracits, er beträgt oft 15 bis 20 Proc. und darüber. In Folge dessen muss der Generator so eingerichtet sein, dass die grossen Schlackenmassen leicht entfernt werden können und dass das Generatorfutter nicht zu sehr leidet. Der Generator hat hier keinen Rost, sondern an seinem unteren Ende, dort wo die etwas conische Verengung des Schachtes ihren tiefsten Punkt erreicht, einen Wasserring, d. h. es ist derjenige Raum des Generators, welcher am meisten der Hitze und der zerstörenden abschmelzenden Wirkung der Schlacke ausgesetzt ist, von aussen ringsum durch Wasser eingekühlt. Unterhalb des Wasserringes bildet das abrutschende Materiale einen Kegel, so dass zwischen diesen und den hier wieder zurücktretenden Wänden des Generators ein ringförmiger Zwischenraum bleibt, in welchen der Wind beim Warmblasen eintritt und das Wassergas beim Gasmachen austritt. Auf der conischen Böschungsfläche des Brennstoffes bildet die Schlacke einen Mantel, der bis in den Wasserring reicht und von da aus durch vier Thüren mit Mortonverschluss entfernt werden kann. Die durch den Kühlring entstehenden Wärmeverluste sind nicht in's Gewicht fallend (Blas, a. a. O. p. 6). Der Wasserdampf tritt oben in den Generator ein. An den letzteren schliesst sich oft ein Regenerator an, der als Dampfüberhitzer dient und durch Verbrennung des während des Warmblasens erzeugten Generatorgases erhitzt wird. Bei den von der Firma Schulz, Knaudt u. Co. in Essen mit Schröben als Brennstoff (mit 25 Proc. Asche) betriebenen Wassergasapparaten wurden durch die Flugasche bei der hohen Temperatur die Steine des Regenerators so stark angegriffen, dass man genöthigt wurde, den Regenerator nur durch die den Generatorgasen innenwohnende Wärme auf ca. 500° zu erhitzen. Die hiedurch entstehende geringere Ueberhitzung des Wasserdampfes zog keinen grösseren Brennstoffverbrauch nach sich (Blas, s. o.).

Wegen des grösseren Widerstandes, den Koks (gegenüber Anthracit in eigrossen Stücken angewendet) dem Durchdringen des Windes entgegengesetzt und wegen der ziemlich hohen Brennstoffschichte ist die Windpressung bei den hiesigen Apparaten ziemlich bedeutend. Da der Wind in denselben ringförmigen Raum des Generators eintritt, durch den das Wassergas austritt, so muss, damit in Folge dessen nicht etwa Wind beim Warmblasen in den Reiniger oder Gasometer, oder Wassergas beim Gasmachen in die Windleitung dringt, was in beiden Fällen zur Entstehung explosiver Gasgemenge Anlass geben würde, ein besonders eingerichteter, wassergekühlter Schieberverschluss angebracht werden (vgl. Zeitschr. f. d. chem. Ind. 1887 II pag. 158). Andererseits müssen alle Ventile in richtiger Reihenfolge geöffnet werden, wesshalb, um von der Aufmerksamkeit des Arbeiters unabhängig zu sein, die Einrichtung getroffen ist, dass alle Ventile und Schieber mit einer Steuerwelle in Verbindung stehen, die mit Hilfe eines Steuerrades entsprechend gedreht, alle Ventile in der entsprechenden Ordnung öffnet resp. schliesst. Das erzeugte Generatorgas kann natürlich ausser zum Heizen des Regenerators, auch beliebig anders zum Heizen von Dampfkesseln etc. verwendet werden.

Ueber die Details der Wassergasapparate vergl. Blas über Wassergas, Stahl und Eisen 1886 pag. 3; Ferd. Fischer, „Wassergas verglichen mit Leuchtgas und Generatorgas", Zeitschr. f. d. chem. Ind. 1887, II pag. 147 u. 239; J. v. Langer, über Wassergas, Zeit. d. österr. Ingenieur- u. Architektenvereines 1887, Heft 1.

Bei einem in Essen in Betrieb stehenden Apparate, welcher stündlich 250 bis 300^{cbm} Wassergas liefert, wird durch je 10 Minuten warmgeblasen und durch 5 Minuten Gas gemacht. Die durchschnittliche Zusammensetzung des dort gewonnenen Gases ist 50 Proc. Wasserstoff, 41 Proc. Kohlenoxyd, 4 Proc. Kohlensäure und 5 Proc. Stickstoff. Die Anlage besteht aus dem Generator, an den sich einerseits eine Staubkammer und dann ein Regenerator als Dampfüberhitzer, der mit dem Generatorgas geheizt wird, andererseits ein Scrubber als Reiniger für das Wassergas anschliesst. Eine ebenfalls in Essen befindliche Anlage für 1000^{cbm} stündliche Production besteht aus 2 Generatoren, die einerseits mit einem gemeinsamen Staubsammler, durch den das Generatorgas abzieht, andererseits mit einem gemeinsamen Reiniger für das Wassergas in Verbindung stehen. In Witkowitz sind 2 Generatoren im Betrieb, von je 10^{cbm} Inhalt. An einem Tage liefern sie aus 24160^{k} Koks 17760^{cbm} Wassergas. Die erzeugten Generatorgase werden unter vier Dampfkesseln verbrannt.

Ferd. Fischer (vgl. oben pag. 160) untersuchte die Zusammensetzung des in Essen producirten Wasser- und Generatorgases. Die Anlage, an der die Versuche vorgenommen wurden, besteht aus dem Generator, nebst Scrubber, jedoch ohne Staubsammler für das Generatorgas (Zeitschr. f. d. chem. Ind. 1887, II Fig. 87 bis 89 auf pag. 159). Das Warmblasen

dauert 11 Minuten, das Gasmachen 4 Minuten. 1^{k} Koks lieferte durchschnittlich 1·13^{cbm} Wassergas und 3·13^{cbm} Generatorgas. In einer Zeit von 6 Stunden 40 Minuten wurden 3690^{cbm} Wassergas erzeugt (aus 3256^{k} Koks). Die durchschnittliche Zusammensetzung des Koks, des Generator- und Wassergases war:

Koks			Generatorgas			Wassergas		
			Zeitdauer des Blasens in Minuten					
			1	6	10	1	2·5	4
Kohlenstoff . . .	84·8	Kohlensäure . . .	7·04	4·03	1·60	1·8	3·0	5·6
Wasserstoff . . .	0·5	Kohlenoxyd . . .	23·68	28·44	32·21	45·2	44·6	40·9
Sauerst. u. Stickst.	2·1	Methan	0·44	0·30	0·18	1·1	0·4	0·2
Asche	10·6	Wasserstoff . . .	2·95	2·20	2·11	44·8	48·9	51·4
Wasser	2·0	Stickstoff	65·89	64·94	63·90	7·1	3·1	1·9

Das (durch den Scrubber) gereinigte Wassergas bestand im Mittel aus 3·3 Proc. Kohlensäure, 44·0 Proc. Kohlenoxyd, 0·4 Proc. Methan, 48·6 Proc. Wasserstoff und 3·7 Proc. Stickstoff. Der Brennwerth von 1^{cbm} dieses Wassergases beträgt somit 2630 Wärmeeinheiten. 1^{cbm} des Generatorgases hatte im Mittel einen Brennwerth von 950 Wärmeeinheiten. Mit Hilfe der früher gegebenen Daten berechnet sich also, dass von den 7000 Wärmeeinheiten des Koks sich 2970, also 42 Proc., in dem Wassergase (die Wärme des zugeführten Wasserdampfes nicht berücksichtigt) und die gleiche Menge in dem Generatorgase wiederfinden. Fischer bemerkt, dass die Messungen der producirten Gasmengen unmittelbar am Gasometer ausgeführt wurden und somit auf vollständige Genauigkeit nicht Anspruch machen.

Bezüglich der Frage, ob der ursprüngliche Brennstoff besser bei der Herstellung von Wassergas oder Generatorgas ausgenützt werde, legt Lunge („Zur richtigen Werthschätzung des Wassergases“ Chem. Industr. 1887 pag. 170) gegenüber den Ausführungen von Naumann*) dar, dass bei Zugrundelegung eines Wassergases von theoretischer Zusammensetzung und Benützung desselben allein (nicht auch des erzeugten Generatorgases) man nur etwa 34·6 Proc. des ursprünglichen Wärmeeffectes der Kohle erhält. Bei Benützung des nebenbei erhaltenen Generatorgases**) werden theoretisch 79·2 Proc. des ursprünglichen Brennwerthes der Kohle realisirt. Gegenüber diesem, im Minimum etwa 21 Proc. betragenden Verluste an Brennwerth stellen sich jene bei Generatorgas auf 5 Proc.

Die Verbrennungs- resp. Flammentemperaturen von Wassergas, Leuchtgas und Generatorgas berechnet Naumann (s. unt. cit. Abhdlg. pag. 89) zu 2859^{0} bei Wassergas, 2700^{0} bei Leuchtgas und 1935^{0} bei Generatorgas. Diese Flammentemperaturen dürften in der Praxis jedoch wegen der Dissociation der Verbrennungsproducte Kohlensäure und Wasser nicht erreicht werden und sind auch genügend verlässliche Mittel heute nicht bekannt, um diese Flammentemperaturen mit Sicherheit festzustellen. Das Generatorgas, welches den geringsten Gehalt an brennbaren Gasen, dafür einen hohen Stickstoffgehalt aufweist, liefert natürlich einen geringeren pyrometrischen Effect als das Wassergas. Anders ist es aber beim Leuchtgas. Trotzdem das Leuchtgas und das Wassergas in ihrem pyrometrischen Effecte einander theoretisch sehr nahe stehen, ergibt die Erfahrung, dass man die mit Wassergas erzielten Temperaturen mit Leuchtgas nicht erreichen kann. In dem Umstande der Erzielung des höchsten pyrometrischen

*) Naumann, „Die Heizungsfrage mit besonderer Rücksicht auf Wassergaserzeugung und Wassergasheizung (Giessen 1881)“. — Naumann gelangt daselbst zu dem Schlusse, dass in der oben angeführten Hinsicht das Wassergas dem Generatorgas in dem Verhältnisse von 70·5 zu 92 überlegen ist.

**) Es wird hiebei vorausgesetzt, dass auf 1^{cbm} Wassergas 4^{cbm} Generatorgas mit 2 Proc. Wasserstoff und 28 Proc. Kohlenoxyd entstehen (vgl. auch Blas a. a. O.)

Effectes gegenüber den anderen gasförmigen Brennstoffen liegt der grosse Vortheil der Anwendung des Wassergases, trotzdem der Wärmeeffect des Brennstoffes bei dieser Art der Anwendung nicht am vollständigsten, z. B. schlechter als bei Erzeugung von Generatorgas ausgenützt wird.

Die Ursache, warum die Wassergasflamme um so viel heisser ist, als die Leuchtgasflamme, liegt, wie Lunge sagt, in dem Umstande, dass die Wassergasflamme viel kleiner ist als jene des Leuchtgases, u. zw. beträgt die Oberfläche der ersteren etwa nur $^1/_6$ von der Oberfläche der Letzteren. Bei der Wassergasflamme ist darum die Wärmeausstrahlung an die Umgebung viel geringer als bei der Leuchtgasflamme. Die Verbrennung des Wassergases erfolgt viel rascher als jene des Leuchtgases und dürfte der Gehalt des Leuchtgases an im Verhältnisse zu Wasserstoff und Kohlenoxyd schwerverbrennlichem Methan die Ursache seiner viel langsameren Verbrennung sein (Näheres hierüber vgl. Lunge, d. chem. Ind. 1887 pag. 176).

Das Wassergas gelangt für industrielle Zwecke heute vielfach dort in Verwendung, wo es sich um Erzielung hoher Temperaturen handelt. So werden z. B. in Witkowitz die Martin-Siemensöfen damit betrieben (vgl. Langer, Zeitschr. f. d. chem. Ind. 1887 II pag. 183) und sind gegenüber der Anwendung von Generatorgas sehr günstige Resultate erzielt worden. In Essen wird es u. a. zum Schweissen der Wellröhren verwendet. Es dürfte sich ferner eignen, um beim Schmelzen von Glas die letzte hohe Hitze zu geben. Auch überall dort, wo es vor Allem auf die Regelmässigkeit, Reinlichkeit und Einfachheit der Erhitzung, dabei nicht auf die vollständige Ausnützung des Brennstoffes ankommt, und wo man Leuchtgas anwenden möchte, wenn es nicht zu theuer wäre, wird sich Wassergas eignen. In Essen wird es auch zur Heizung von Wohnräumen verwendet. Eine weitere Anwendung des Wassergases dürfte sich ergeben durch seine Benützung zum Betriebe von Gasmotoren. Nach in Essen ausgeführten Versuchen braucht man pro Pferdekraft und Stunde 2^{cbm} Wassergas.

Nicht minder wichtig als die Benützung des Wassergases zur Heizung ist seine Anwendung als Leuchtstoff. Der nichtleuchtenden Flamme des Wassergases ertheilt man die Leuchtkraft entweder durch Carburiren mit Kohlenwasserstoffen, wie bereits oben erörtert wurde, oder dadurch, dass man darin feste Körper in Weissgluth bringt. Letzteres Princip wurde schon 1846 von Gillard benützt, indem er Körbchen von Platindraht in der Wassergasflamme zur Weissgluth erhitzte. Dieses sogenannte Platingas (*gaz platine*) war einige Zeit an mehreren Orten in Frankreich verwendet. So z. B. zur Beleuchtung der Stadt Narbonne durch neun Jahre, in den galvanoplastischen Werkstätten von Christofle u. Co. in Paris etc. Allerdings wurde diese Art der Beleuchtung wegen des damals zu hohen Preises des Wassergases, wohl auch wegen der geringen Haltbarkeit der Platinkörbchen wieder aufgegeben. Heute benützt man das gleiche Princip nur verwendet man andere Glühkörper. Hierher gehört das Magnesiaglühlicht von Fahnehjelm (vgl. Jahrber. f. chem. Technol. f. 1786 pag. 1143) und das Auer'sche Glühlicht.*) Das Magnesiaglühlicht ist z. B. bei Schulz-Kaudt u. Co. in Essen, bei Pintsch in Fürstenwald, ferner in Witkowitz, in Winterruhr u. a. O. in Anwendung.

Nach Fischer (a. a. O.) erhält man bei Anwendung eines neuen Magnesia-Kammes und bei 180 L. Gasverbrauch in der Stunde 22 bis 24 Kerzen, nach 60 Stunden noch etwa 16 Kerzen. 100 Stundenkerzen brauchen daher 0·8 bis 1^{cbm} Gas. 1 Kamm kostet 15 Pfg. Nachdem zu Essen 1^{cbm} Wassergas nicht ganz 1 Pfg. kostet, so stellen sich 100 Stundenkerzen auf 1·5 bis 2 Pfg.; also viel niedriger als die sonst üblichen Preise. Fischer bemerkt weiter, dass unter Umständen das Magnesiaglühlicht selbst billiger als Petroleumbeleuchtung kommen dürfte.

*) Vgl. Jahrber. f. chem. Technol. f. 1885 pag. 1292, 1886 pag. 1144.

Die Anwendung von carburirtem Wassergas zur Beleuchtung hat eine grosse Schattenseite in der mehr minder leichten Condensirbarkeit eines Theils der lichtgebenden Kohlenwasserstoffe durch stärkere Abkühlung. Ihre grosse Verbreitung in Amerika, wo bis jetzt ein Achtel der nordamerikanischen Gasfabriken carburirtes Wassergas erzeugt, ist vorzüglich auf den sehr hohen Preis guter Gaskohle und das Vorhandensein von viel gutem und billigem Anthracit, sowie von Petroleumrückständen u. dgl. zurückzuführen.

Das Wassergas soll wegen seines bedeutend höheren Kohlenoxydgehaltes wesentlich giftiger sein als das gewöhnliche Leuchtgas. Nachdem man nun bei Wassergas ein Leckwerden der Leitungen etc. nicht wie beim Leuchtgas vermittelst des Geruches erkennen kann, so wäre es geboten, durch Beimischung von passenden Substanzen dem Wassergas einen durchdringenden Geruch zu ertheilen. Zu diesem Zwecke wurde Asa foetida in Vorschlag gebracht. Allerdings soll in Amerika, wo über 100 Städte mit Wassergas beleuchtet sind, noch nie eine grössere Anzahl von Gasvergiftungen als an anderen Orten, wo Leuchtgas in Verwendung steht, beobachtet worden sein.

Ueber die Preisverhältnisse des Wassergases macht Blas (a. a. O.) nachstehende Mittheilungen. 1^{cbm} Wassergas kostet (in Essen) unter normalen Verhältnissen je nach der Grösse des Apparates, Preis des Brennmateriales ohne Rohrnetz, incl. Amortisation und Verzinsung des Apparates, aber ohne Patentabgaben, 1 bis 4 Pfg. Bei vollständiger Ausnützung der Generatorgase und bei Anwendung von Abfallkoks kann sich der Preis aber selbst unter 1 Pfg. pro Cubikmeter stellen. In Witkowitz betrugen während des ersten Halbjahres der Einführung, wo noch in mancher Hinsicht ungünstig gearbeitet wurde, die Kosten für 1^{cbm} Wassergas durchschnittlich 1 Pfg., für 1^{cbm} Generatorgas 0·34 Pfg. (Zeitschr. f. d. chem. Ind. 1887, II pag. 185).

Ueber weitere Details der Verwendung des Wassergases zur Beleuchtung und Heizung vgl. die citirten Abhandlungen von Lunge und Fischer.

Mit dem Wassergas nicht zu verwechseln ist jenes Heizgas, welches in den gewöhnlichen Kohlenoxydgeneratoren*) unter gleichzeitiger Zuführung von etwas Wasserdampf erzeugt wird, und darum erhebliche Mengen von Wasserstoff (10 bis 15 Proc.) enthält. Wenngleich dieser Gehalt an Wasserstoff günstig ist, so bezweckt die Zufuhr von Wasserdampf wohl in erster Linie die Verhütung des Schlackens der Kohlenasche. Das so erhaltene Gas bezeichnet Bunte als „Generator-Wassergas“, Lunge wohl zutreffender als „Halbwassergas“.

Literatur: Nebst den im Texte citirten Abhandlungen wären noch anzuführen: Quaglio, Wassergas als Brennstoff der Zukunft (Wiesbaden 1880); H. Bunte, Journ. f. Gasbel. 1881 pag. 523, 1883 pag. 601; Cl. Winkler, Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. in Sachsen 1881; Dürre, Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ingen. 1882 pag. 257; Marx ebendaselbst 1882 pag. 314; B. Andreae, die neuesten Erfolge des Wassergases in der Leuchtgasindustrie (Wien 1884); J. v. Ehrenwerth, Stahl und Eisen 1884 p. 324; O. Knaudt, Zeitschr. d. Vereines deutsch. Ing. 1885 pag. 801; A. Wilson, Water-gas (Stafford 1887).

L. Ausserwinkler.

Wassergebläse, s. Gebläse III pag. 728.

Wasserglas, s. Glas IV pag. 39, s. Kalium bei kieselsaures Kalium IV pag. 594, s. Natrium bei kieselsaures Natrium VI pag. 268.

Wasserglascomposition. Unter diesem Namen sind mehrfach Seifensurrogate in den Handel gebracht worden, welche wesentlich Gemenge von Seife mit Wasserglaslösung sind. Eines der bekanntesten Präparate dieser Art, welches vielfach als Waschmittel angepriesen wurde, war jenes von Baerle u. Sponnagel,

*) Z. B. von Schilling und Bunte in München in dem Wilson'schen und Dawson-Generator erzeugt.

welches nach G. Merz (vgl. Dingl. pol. Journ. 219 pag. 374) durch Schmelzen von 1 Thl. Cocosseife in einer Wasserglaslösung von 37·5° B. und Rühren der Masse bis zum Erkalten dargestellt werden kann. Eine andere Vorschrift für die Bereitung solcher Wasserglascomposition ist: 50 Kg. Kernöl werden mit 150 Kg. kaustischer Natronlauge von 20° B. verseift, indem man das Kernöl zuerst mit 100 Kilo Lauge unter Anwendung von directem Dampf verbindet und sodann den Rest der Lauge einrührt, wobei man zugleich 240 Kilo Wasser zusetzt. Die Masse wird nun auf 60° R. gebracht und hierauf mit 360 Kg. Wasserglaslösung (von 36—37° B.) vermengt. Man kann auch derlei Wasserglascompositionen unter Zusatz von Harz bereiten. Eine bezügliche Vorschrift lautet: 175 Kg. Kernöl, 75 Kg. Palmöl, 50 Kg. Harz, 350 Kg. Lauge von 30° B. und 125 Kg. Wasserglas. Solche Wasserglascompositionen haben den Charakter von Schmierseifen und können als Waschmittel mit Vortheil verwendet werden, wenn ihr Preis ein ihrem Gehalte an wirksamen Alkali und an Seife entsprechender ist. *Gtl.*

Wasserglasseife, s. Seife VIII pag. 181.

Wasserhaltung, s. Bergbau I pag. 419.

Wasserheizung, s. Heizung IV pag. 324.

Wasserkalander, s. Appretur I pag. 172.

Wasserkalk, s. m. hydraulischer Kalk, s. Calciumoxyd-Bereitung II pag. 207.

Wasserkies, s. m. Markasit V pag. 571.

Wasserkitt, werden solche Kitte genannt, welche unter der Einwirkung von Wasser, insbesondere auch unter Ausschluss der Luft, also unter Wasser, zu erhärten vermögen und von Wasser nicht gelöst oder erweicht werden. Hierher gehören namentlich die Wasserglas- und Chlorid-, bez. auch die Phosphatkitte und der Glycerinkitt, s. Kitt IV pag. 773. *Gtl.*

Wasserkobold nennt A. Ban (Pyrotechn. Centralbl. 1878 pag. 3) einen Feuerwerkskörper der so erhalten wird, dass man an einem etwa 70^{cm} langen und 7^{cm} im Durchmesser messenden runden Holzpfahl, senkrecht zur Längsachse, drei etwa 30^{cm} lange Holzlatten so festnagelt, dass dieselben so um den Pfahl gruppirt sind, wie die Seiten eines um denselben umschriebenen gleichseitigen Dreiecks, wobei die eine in die Mitte des Pfahls, die beiden anderen rechts und links von demselben in einer Entfernung von je 30^{cm} gestellt sind. Auf jede dieser Latten wird eine mit einem Treibsatz gefüllte Hülse von 30^{cm} Länge und 14—16^{mm} Durchmesser u. z. so befestigt, dass die Mündungen sämmtlicher Treibhülsen dieselbe Richtung haben, und diese sodann mit Stopinen verbunden. Entzündet man die Stopine und schleudert den Feuerwerkskörper sofort in's Wasser, so wird er durch den Rückstoss der Feuerstrahlen in Rotation versetzt, wobei der Feuerstrahl der jeweilig über Wasser kommenden Treibhülse einen Halbkreis beschreibt und den Eindruck eines aus dem Wasser auftauchenden Feuerrades macht, s. d. b. Feuerwerkerei III pag. 467. *Gtl.*

Wasserkrumpe. Das Abziehen des Glanzes von Tuch, bewirkt durch Pressen desselben mit zwischen die Tuchlagen gelegten gefeuchteten Zeugen. *E.*

Wasserkühlung, s. Schmieden VII pag. 727.

Wasserlack. Als solchen empfiehlt Kayser (Dingl. pol. Journ. 249 pag. 278) eine Lösung von 10 Thl. Borax und 30 Thl. gepulverten weissen Schellak in 200 Thl. Wasser, die beim Eintrocknen einen in Wasser unlöslichen Anstrich hinterlässt. Durch Zusatz wasserlöslicher Farben lässt sich ein beliebig gefärbter Lack herstellen, vgl. a. Tinte bei Schellaktinte IX pag. 492. *Gtl.*

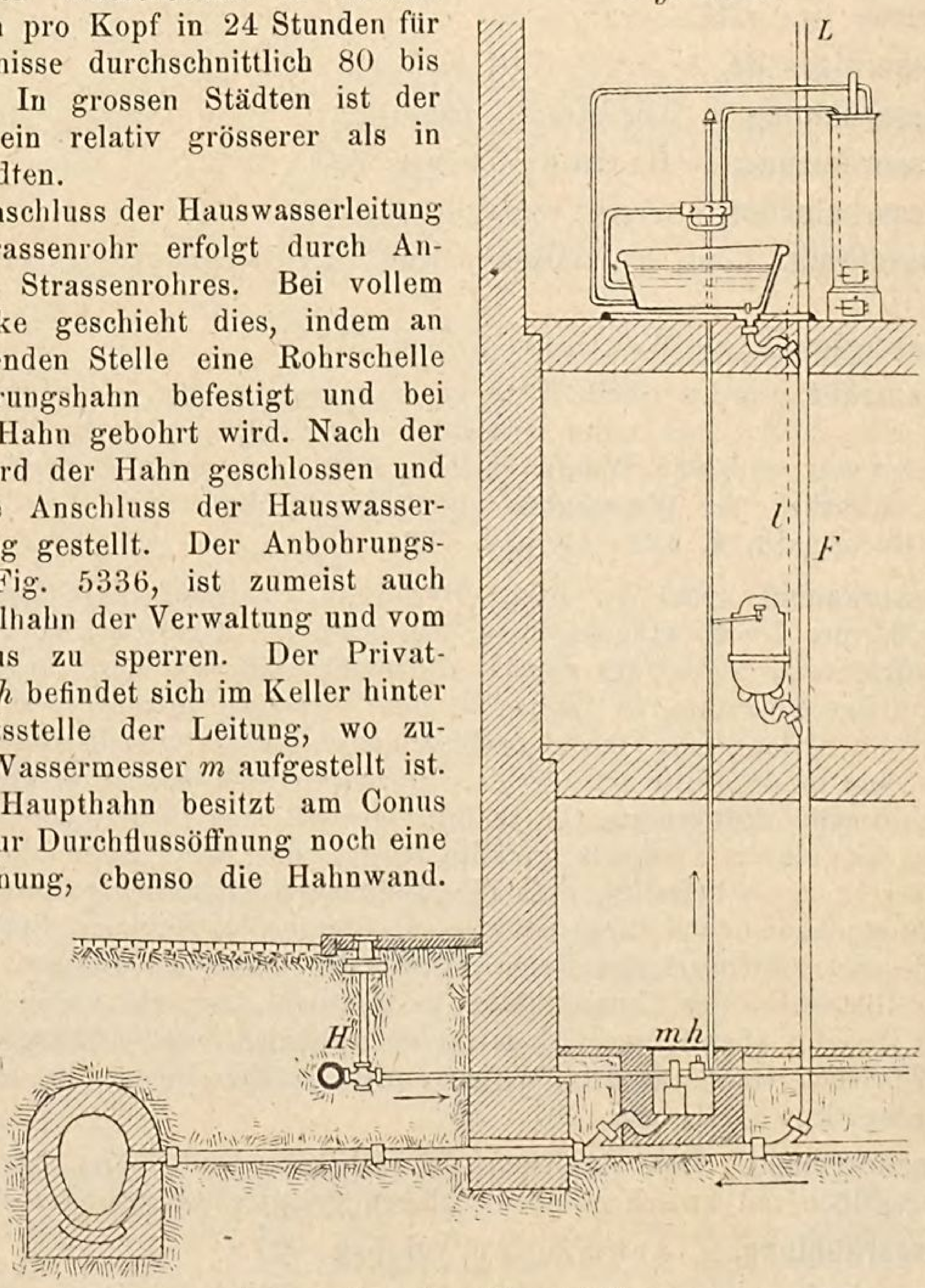
Wasserleier, Wasserscheibe. Eine durch Wasserkraft bewegte Leierbank zum Drahtziehen. *E.*

Wasserleitung*). Das Wasser wird gewonnen *a*) aus Q e l l e n (Quellwasserleitung), *b*) aus F l ü s s e n (Flusswasserleitung) und *c*) aus B r u n n e n (Grundwasserleitung). Es ist nothwendig, dass das Wasser bis in die obersten Geschosse der Gebäude geleitet werden kann, daher ist in der Zuleitung ein entsprechender Wasserdruck nöthig; derselbe wird erreicht entweder durch genügende Höhenlage der gesammelten Quellen, oder es muss das Wasser durch Pumpwerke gehoben und in Hochreservoirs gesammelt werden, von wo es in die Leitung übergeführt wird. Die erste Untersuchung vor Anlage einer Leitung ist die, ob genügende Mengen guten Wassers bezogen werden können, und ist hierbei die Quantität bei trockener Jahreszeit (Hochsommer) zu bestimmen. Die chemische Analyse gibt über die Güte des Wassers Aufschluss. Eine eventuelle Reinigung des Wassers kann durch Filteranlagen erzielt werden und verwendet man als Filtermaterial hauptsächlich Sand und Kies.

Für den Wasserbedarf in Städten rechnet man pro Kopf in 24 Stunden für alle Bedürfnisse durchschnittlich 80 bis 150 Liter. In grossen Städten ist der Verbrauch ein relativ grösserer als in kleinen Städten.

Der Anschluss der Hauswasserleitung an das Strassenrohr erfolgt durch Anbohren des Strassenrohres. Bei vollem Wasserdrucke geschieht dies, indem an der betreffenden Stelle eine Rohrschelle mit Anbohrungshahn befestigt und bei geöffnetem Hahn gebohrt wird. Nach der Bohrung wird der Hahn geschlossen und der weitere Anschluss der Hauswasserleitung fertig gestellt. Der Anbohrungshahn *H*, Fig. 5336, ist zumeist auch Hauptabstellhahn der Verwaltung und vom Trottoir aus zu sperren. Der Privat-Haupthahn *h* befindet sich im Keller hinter der Eintrittsstelle der Leitung, wo zugleich der Wassermesser *m* aufgestellt ist. Der Privat-Haupthahn besitzt am Conus senkrecht zur Durchflussöffnung noch eine kleine Oeffnung, ebenso die Hahnwand.

Fig. 5336.



Anlage einer Haus-Wasserleitung.

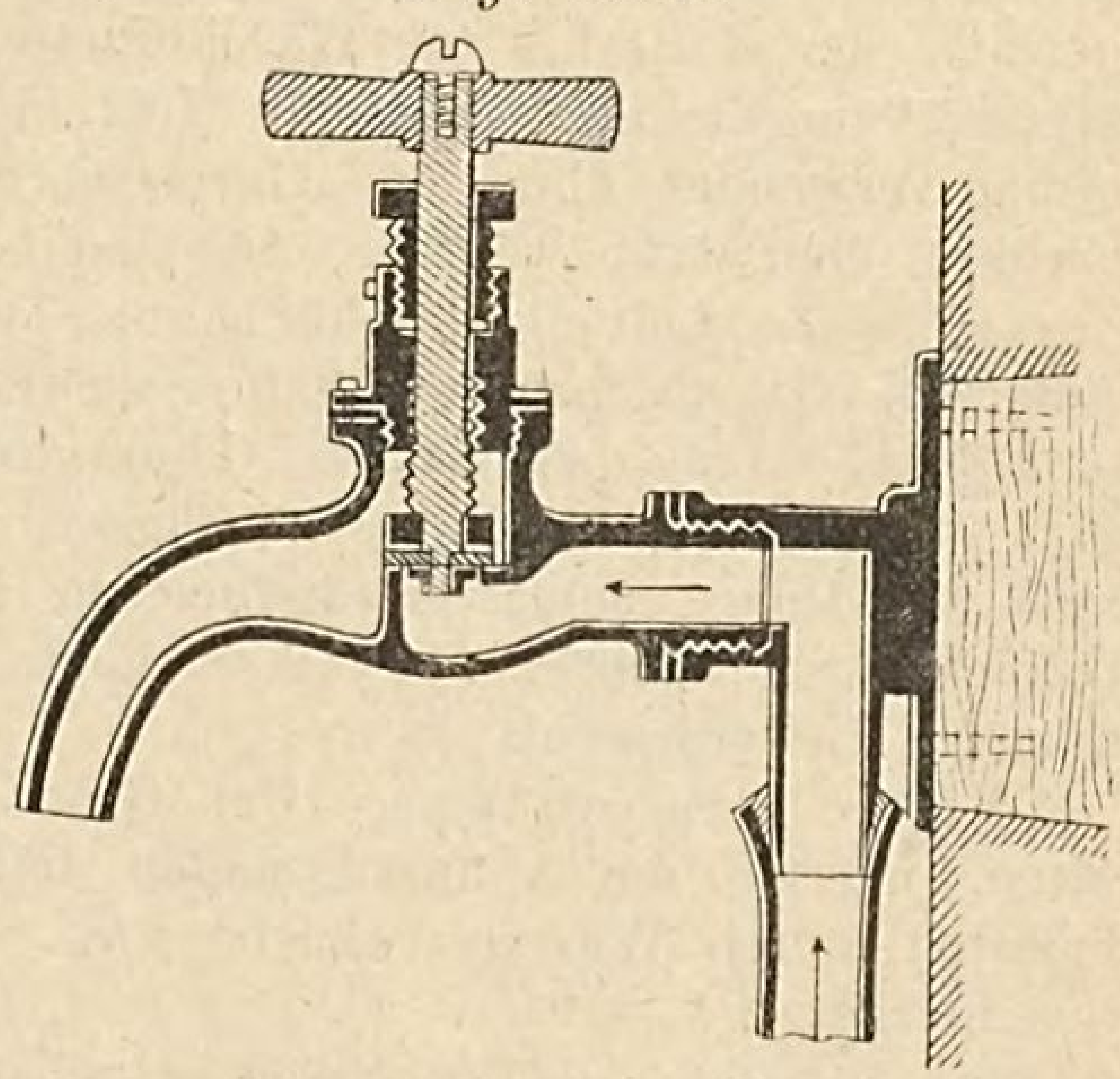
Wird die Zuleitung abgeschlossen, so strömt das Wasser der Hausleitung langsam aus und wird durch das Ableitungsrohr weggeführt oder eventuell in einem Bassin gesammelt. Fig. 5336 zeigt einen Theil einer Wasserleitungsanlage, u. zw. Zu- und Ableitung für einen Ausguss und eine Badeeinrichtung.

*) S p e t z l e r, Wasserversorgung der Wohngebäude. Karlsruhe 1885.

Zuleitungsrohre. Rohre, welche mehr als 30^{mm} lichte Weite haben, werden gewöhnlich aus Gusseisen hergestellt, aussen und innen asphaltirt. Für die schwächeren Vertheilungsrohre der Hauswasserleitung werden allgemein Mantelröhren verwendet, d. s. Bleiröhren, welche im Innern eine $0{\cdot}5^{mm}$ starke Zinnausfütterung besitzen. Die Zinnhülle schützt gegen die chemische Einwirkung des Wassers auf das Bleirohr. Die gewöhnlich vorkommenden Mantelröhren haben $13-25^{mm}$ lichten Durchmesser. Die Rohrleitung muss geschützt in Mauerecken oder besser Mauerschlitzen verlegt werden, u. zw. an Stellen, welche warm genug sind, um ein Einfrieren des Wassers im Winter möglichst zu verhindern. Bei grosser Kälte über Nacht entleert man die Hauswasserleitung, um ein Einfrieren zu vermeiden, daher die Zuleitung ansteigend auszuführen ist.

Verbindung der Rohre. Gusseiserne Rohre erhalten Muffenverbindung (s. Rohrverbindung), mit Dichtung von Hanfgarn und darauf Blei, gut verstemmt. Die Länge des gusseisernen Rohres beträgt $2-3^{m}$, die Wandstärke $8-9^{mm}$.

Fig. 5337.

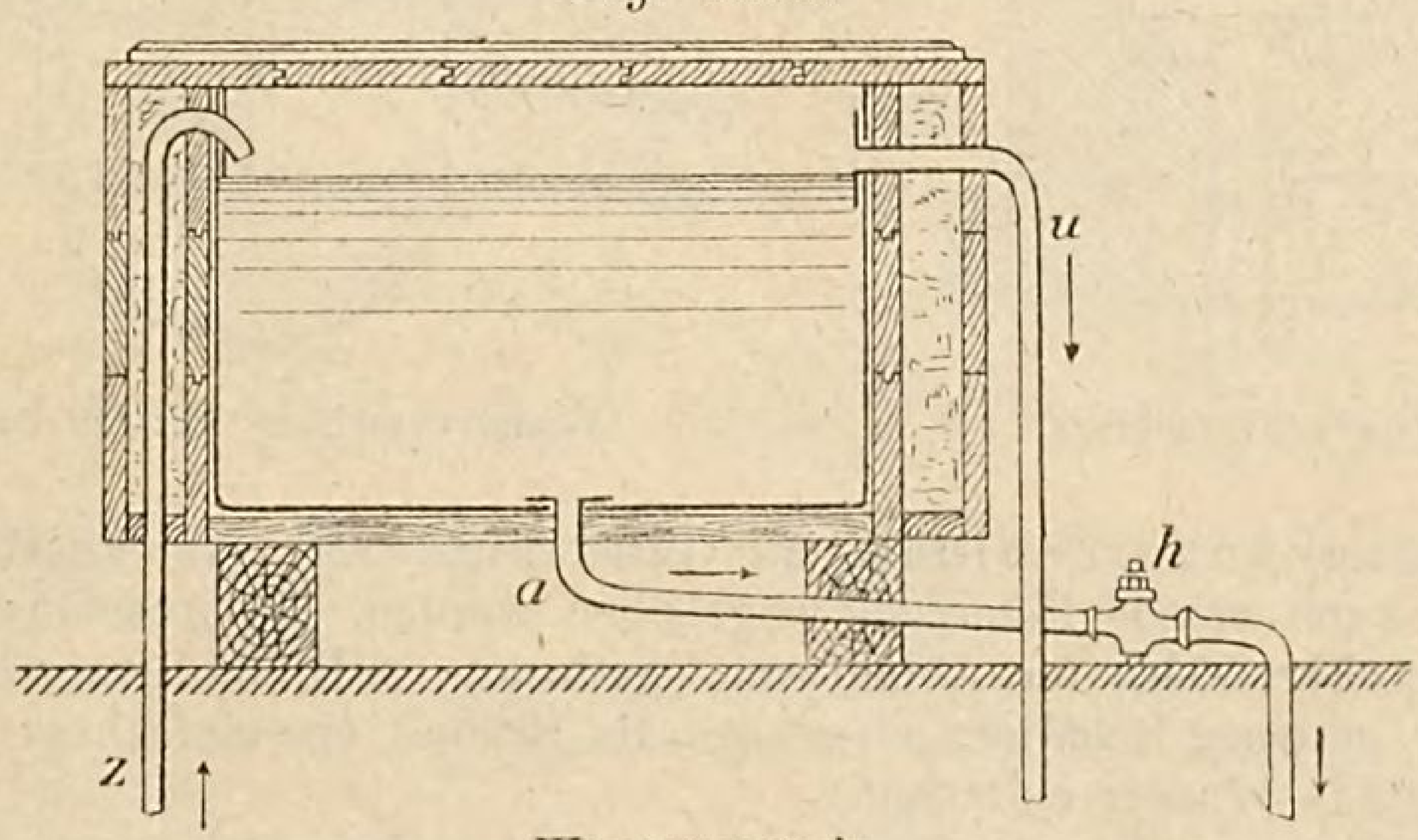


Ventilhahn.

Mantelröhren werden in einander gesteckt und verlöthet. Zu diesem Zwecke wird die eine Rohröffnung etwas erweitert und das Rohrende des zweiten etwas zugeschnitten.

Zur Wasserentnahme benützt man am besten Ventilhähne. Fig. 5337 gibt eine Skizze im Durchschnitt. Die Verschlussplatte besteht aus Leder und wird durch Drehung der Flügelschraube gehoben. Bei den Niederschraubhähnen wird der Verschluss durch eine eingespannte Gummiplatte gebildet, welche jedoch bald schadhaft wird. Die gewöhnlichen Hähne mit einfachem Hebel werden selten verwendet, da durch den plötzlichen Schluss Stösse in der Leitung stattfinden und der Hahn schwer drehbar ist. Ist keine öffentliche Wasserleitung vorhanden, so bringt man ein Reservoir im Dachraume des Gebäudes an und speist dasselbe aus einem Brunnen durch Hinaufpumpen des Wassers. Die Reservoirs werden aus Holz oder Eisenblech hergestellt; erstere werden mit Zinkblech ausgeschlagen, die letzteren verzinkt oder wenigstens gut angestrichen.

Fig. 5338.



Wasserreservoir.

Das Reservoir muss vor Frost geschützt werden, daher gibt man zumeist noch eine Holzumkleidung und füllt den Zwischenraum mit schlechten Wärmeleitern aus (Sägespäne, Schlackenwolle etc). Fig. 5338 zeigt ein hölzernes Reservoir; *z* ist das Wasserzuführungsrohr, *a* das Ableitungsrohr, welches durch den Hahn *h* abgeschlossen werden kann, und *u* das Ueberlaufsrohr. Die Grösse des Reservoires ist nach dem Bedarf für 24 Stunden zu bemessen.

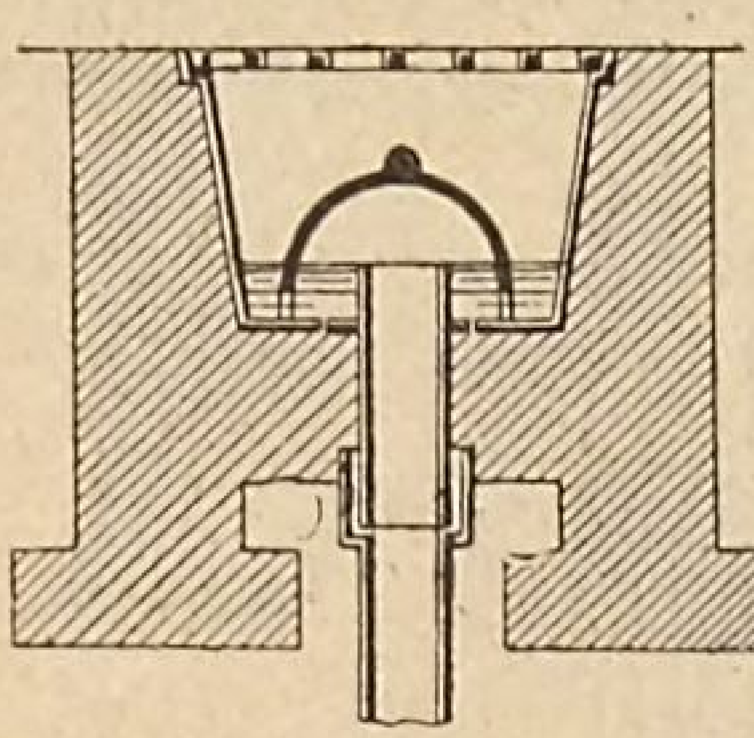
Ableitungsrohre. Der Abfluss findet ohne Druck statt, daher erhalten die Rohre geringere Wandstärke bei grösserem Rohrdurchmesser. Man unterscheidet stehende Leitung (Fallrohre) und liegende Leitung.

Zu Fallröhren werden bis 10^{cm} Durchmesser Bleirohre verwendet, während bei grösserer Weite Gusseisen- oder Thonrohre angeordnet werden. Die stehende Leitung soll nicht eingemauert werden, sondern in Mauerecken oder in Mauerschlitzen angebracht und mit Brettern verkleidet werden. Die häufigst verwendete Dimension der Fallrohre für Waschtoilette, Küchenausguss, Badeeinrichtung beträgt 50^{mm} im Lichten. Liegende Leitungen erhalten ein Gefälle von ca. 1 : 50 und man verwendet Thon- und Gusseisenrohre. Bei Mauerdurchbrechungen müssen Thonrohre überwölbt werden. Sogenannte Wassersäcke, d. s. Unterbrechungen der geradlinigen Leitung durch Senkung eines Stückes der Leitung, dürfen nicht vorkommen. Gusseisenrohre erhalten aussen und innen einen Asphaltüberzug und werden bis 3^{m} lang hergestellt. Thonrohre müssen gegen Stoss und Druck geschützt werden und werden in Stücken von 0·6—1^{m} lang erzeugt. Im Freien müssen die Rohre selbstverständlich in frostfreier Tiefe verlegt werden. Der Durchmesser der Röhren (10—20^{cm} lichte Weite) hängt von der Zahl der einmündenden Leitungen ab.

Wasserverschluss. Um Gase von den bewohnten Räumen fern zu erhalten, müssen die Abflussleitungen luftdicht abgeschlossen werden, was am einfachsten durch Wassser erzielt wird. Die Eintauchungstiefe des Verschlusstheiles beträgt 2·5—3^{cm}.

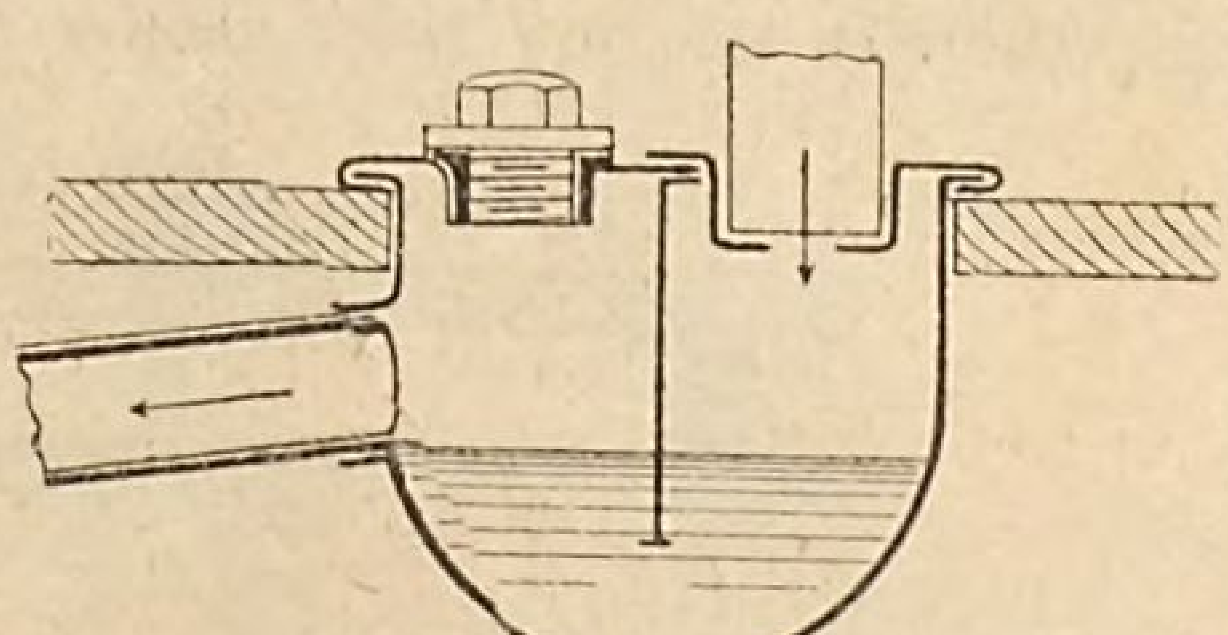
Man benützt: *a*) Ein *S*-förmig gebogenes Rohr (Syphon, Traps) für Spül- und Wascheinrichtungen. Siehe Fig. 5336. Bei Küchenausgüssen muss an der tiefsten Stelle des Syphons eine Schlammreinigungsöffnung angebracht sein.

Fig. 5339.



Glockenverschluss.

Fig. 5340.



Wasserverschluss mit Querwand.

b) Glockenverschluss mit Gitter Fig. 5339 für Fussbodenabflüsse; die Glocke kann behufs Reinigung abgehoben werden. c) Abschluss durch eine Querwand Fig. 5340, für Ablauf am Fussboden, z. B. Badewannen. *d*) Mündet die Leitung in einen Behälter, so genügt als Schluss ein einfach gebogenes Rohr, welches 3^{cm} ins Wasser eintaucht.

Ventilation der Rohrleitung. Die in den Abflussleitungen sich entwickelnden schädlichen Gase steigen empor, daher die Rohrleitungen an den höchsten Stellen mit Lüftungsröhren versehen sein müssen. Die Fallrohre werden bis über Dach geführt (eventuell mehrere Rohre im Dachraum vereinigt) und die Zweigleitungen werden bei den inneren Wasserverschlüssen angebracht und münden in die Hauptlüftungsrohre.

In Fig. 5336 ist *L* das Hauptlüftungsrohr, die Zweiglüftungen *l* sind punktirt. Vergl. Wasserbau pag. 247. *Grohm.*

Wasserleitungsröhren, s. Röhren VII pag. 380 u. Röhrenfabrication VIII pag. 385.

Wasserluftpumpen, s. Luftpumpen V pag. 678.

Wassermessen. Die Bestimmung der Wassermenge, welche in einer bestimmten Zeit durch eine Röhrenleitung oder ein offenes Gerinne fliesst, bezeichnet man durch das Wort Wassermessen. Die hierzu angewendeten Mittel sind sehr verschieden und finden sich jene, welche zur Bestimmung kleiner Wassermengen dienen, wie selbe durch Röhrenleitungen fliessen, im Artikel Wassermesser besprochen, während bezüglich der Bestimmung der Wassermenge in Bächen und Flüssen auf den Artikel Wassermessung verwiesen wird. *Kk.*

Wassermesser (*flotteur, compteur, hydromètre — coater gauge, hydrometer*) werden verwendet zur Bestimmung der verbrauchten Wassermengen bei der Wasserabgabe durch Wasserwerke sowohl, als auch bei technischen Betrieben (z. B. Speisewasserquantitäten bei Dampfkesseln etc.).

Zur Bestimmung der Wassermengen bei der sogenannten directen unbeschränkten Wasserabgabe bedient man sich mit Vortheil der Wassermesser.

Der Wassermesser ist geeignet einer Wasservergeudung vorzubeugen und ist die Anwendung desselben dann um so nothwendiger, wenn das zur Verfügung stehende Wasserquantum ein begrenztes ist. (Quellenleitung oder wenn die Vergrösserung des Wasserwerkes mit Schwierigkeiten verbunden ist.)

Durch die allgemeine Einführung von Wassermessern ist es möglich, dass mit einem bestimmten Quantum die Befriedigung einer möglichst grossen Abnehmerzahl erzielt wird.

Die Wassermesser sollen bei kleineren oder grösseren Durchflussmengen, bei den damit verbundenen oder sonst vorhandenen Schwankungen oder Verschiedenheiten des Wasserdruckes in ihren Angaben so geringe Abweichungen zeigen, dass weder für die Consumenten noch für das Werk ein ökonomischer Nachtheil entsteht.

Die an einen gut functionirenden Wassermesser zu stellenden Anforderungen *) lassen sich in zwei Gruppen theilen. In die erste dieser Gruppen würden jene Eigenschaften zu verweisen sein, welche bei der Erprobung des Systems als solche zu constatiren sind; in die zweite Gruppe hingegen jene, welche sich erst in der praktischen Verwendung bemerkbar machen.

In die erste Gruppe gehören:

a) Die Genauigkeit der Messung mit Rücksicht auf die, den praktischen Bedürfnissen entsprechende Fehlergrenze von 2—5 Procent des gemessenen Quantums.

b) Die Empfindlichkeit der Messung, d. i. die Gleichmässigkeit der Messung bei veränderlichem Drucke. Der Wassermesser soll kleine Wasserquantitäten (100 Liter per Stunde) ebenso genau registriren, wie grosse (z. B. 6 Kubikmeter per Stunde.

c) Eigenschaften, die das Princip der inneren Construction des Wassermessers nicht direct berühren.

Hier wären zu beachten: Geringes Gewicht und Grösse, Leichtigkeit der Verbindungen bei Ein- und Ausschaltungen und endlich ein mässiger Kostenpreis.

Die Bedingungen unter *a*), *b*) und *c*) werden um so früher erreicht, je einfacher das Constructionsprincip und je kürzer der Weg des Wassers im Messer ist, je weniger Berechnungsflächen vorhanden sind und insbesondere, je mehr der Durchgangsquerschnitt im Wassermesser dem mit demselben zu leistenden Wasserquantum entsprechend gewählt wurde.

*) Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins 1877, Nr. 6.

In die zweite Gruppe der Anforderungen würden folgende Gesichtspunkte Beachtung verdienen:

d) Die Dauer des Bestandes der anfänglichen Genauigkeit.

e) Die Dauerhaftigkeit des Apparates im Allgemeinen.

f) Die Unterhaltungskosten.

Zu Punkt *d*) muss bemerkt werden, dass die Dauer der anfänglichen Genauigkeiten, nahezu im reciproken Verhältnisse zu dem ursprünglichen Empfindlichkeitsgrade steht, d. h. es dürfte sich dieses Verhältniss mit der Länge der Gebrauchszeit umso ungünstiger gestalten, je bedeutender die Anforderungen waren, die man anfangs betreffs der Empfindlichkeit des Apparates an denselben stellte.

Aus diesem Grunde ist einer aussergewöhnlich hohen Empfindlichkeit eines Apparates zu Anfang seiner Function nur ein relativer Werth beizulegen und sind es vorzüglich die Eigenschaften der Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit, welche Beachtung verdienen, und die auch gleichzeitig eine gewisse Gewähr für die Stetigkeit der Functionirung, d. h. für das Fortbestehen des anfänglichen Genauigkeitsgrades bieten.

Die Dauerhaftigkeit eines Apparates wird wesentlich dadurch erhöht werden, dass man dem Motor des Wassermessers eine möglichst kleine Geschwindigkeit*) gibt, indem einerseits dadurch die Abnützung der einzelnen Theile vermindert, andererseits die Uebersetzung vom Motor an das Zählwerk erleichtert wird.

Die Erreichung einer möglichst grossen Zuverlässigkeit bei einem Wassermesser ist weniger von dem Constructionsprincip, als vielmehr von der Durchbildung und Vollendung der einzelnen Theile abhängig.

Es ist ein nicht genug anzuerkennendes Verdienst des Hr. Baurathes V. Salbach (Dresden) zuerst durch eingehende Studien und Versuche**) Bestimmungen sowohl für die Versuche als auch für die Beurtheilung der Wassermesser aufgestellt zu haben.

Die steigende Verwendung der Wassermesser ist aus folgenden Daten ersichtlich:

Es waren im Jahre	1874 in Berlin	 5805	Stück
„ „	1884 in Berlin	 18500	„
„ „	1874 in Wien	 1031	„
„ „	1884 in Wien	 10216	„

bei den städtischen Wasserwerken in Anwendung.

Nach der Art der Messung unterscheidet man zwei Gruppen von Wassermessern:

1. Capacitätsmesser (Volumenmesser) und
2. Proportionalmesser (Geschwindigkeitsmesser).

Die Capacitätsmesser theilen sich noch in die Gattungen der Hochdruck- und Niederdruck-Messer.

Die Niederdruckmesser können das Wasser unter keinen höheren Druck abgeben, als ihr eigenes Niveau bedingt.

Bei den Volumenmesser wird das Quantum des durchfliessenden Wassers direct gemessen (Cylinder mit Kolben, biegsame Wände, Diaphragma). Die Volumenmesser haben die Eigenschaft, sowohl die geringste als auch die grösste Wassermenge mit gleicher Genauigkeit anzuzeigen.

Die bekanntesten und am meisten in Verwendung gebrachten Systeme sind: Nicolaus & Charmons (Paris), Frager (Paris), Kennedy (Kilmarnok), Frost (London), Wodward (Manchester), Schmid (Zürich) etc. etc.

*) Während des Durchflusses von einem Kubikmeter Wasser machen Umdrehungen: die Wassermesser von Leopolder 6480, Faller 8000, Tylor 6888, Bonnefond 27200.

**) Journal für Gasbeleuchtung 1875 pag. 519, 1876 pag. 574, 1877 pag. 549 und 1878 pag. 395.

Die Uebelstände, welche sich bei der Verwendung von Volumenmesser ergeben, sind folgende:

a) Die bedeutende Grösse und das hohe Gewicht derselben, bei entsprechend hohem Preise;

b) grösserer Druckverlust als bei Proportional-Messern.

c) Rückschläge, die sie bei ihrer Functionirung in der Leitung hervorbringen können.

d) Der Umstand, dass dieselben im Momente ihres Defectwerdens den Wasserbezug erschweren.

Als Beispiele geben wir im Nachfolgenden die Beschreibung der Wassermesser von Kennedy und Schmid.

Wassermesser von Kennedy (Fig. 5341). Bei diesem Wassermesser wird ein Cylinder *A* (von bestimmtem cubischen Inhalte, somit Messcylinder) abwechselnd gefüllt und geleert; die hiebei gemachten Hübe werden durch das Zählwerk *Z* im Steuerraum *B* registrirt.

Der Steuer- und Zählraum *B* ist nicht mit Wasser gefüllt, sondern frei zugänglich und nur durch eine Blechhaube vor äusseren Einflüssen geschützt.

Fig. 5342.

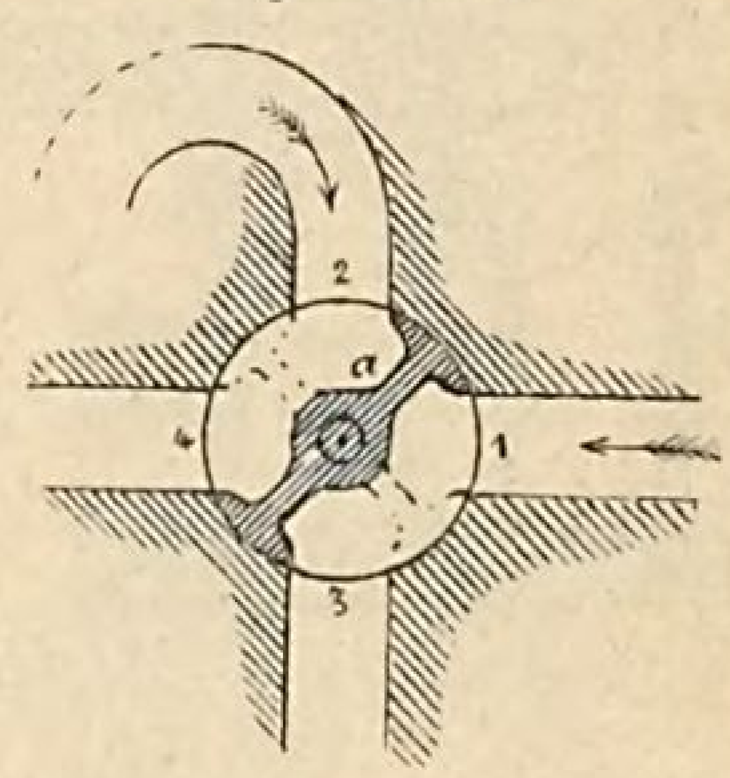


Fig. 5341.

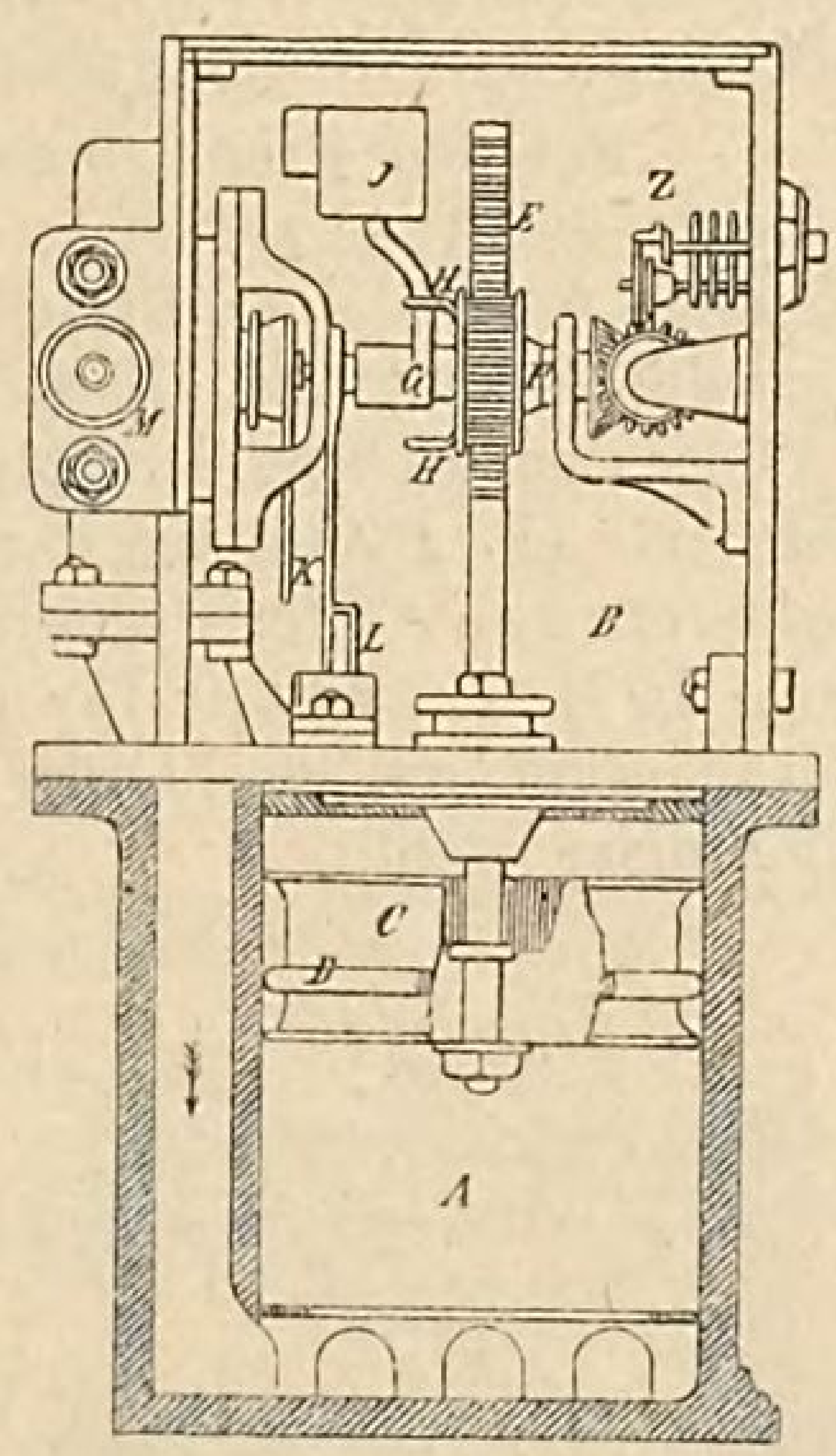
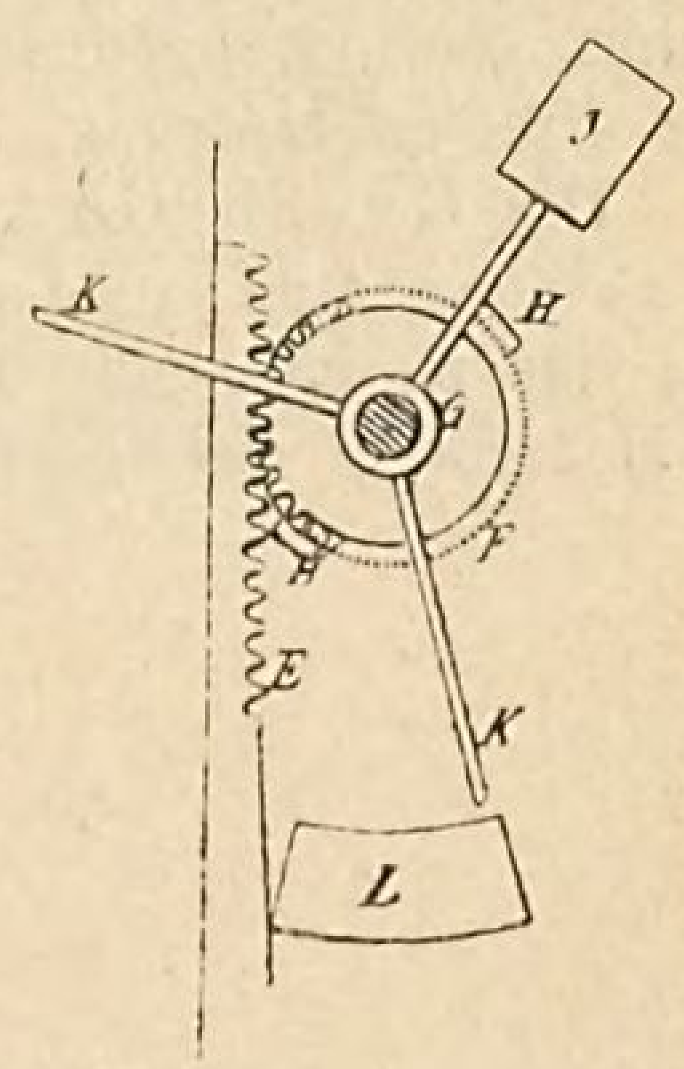


Fig. 5343.



Wassermesser von Kennedy.

Die Theile, welche die Messung des Wassers vermitteln, sind grösstentheils unbearbeitet. Den Kolben *C* bildet ein hohler Cylinder (auch aus Holz), welcher oben und unten mit Blechflantschen versehen ist. Der wasserdichte Verschluss des Kolbens *C* im Cylinder *A* wird durch einen Gummiring *D* hergestellt.

Zwischen den 2 Blechflantschen rollt der Gummiring *D* und dichtet den Kolben ab, die gleitende Reibung ist somit in eine rollende verwandelt.

Die Vertheilung des Wassers geschieht durch den Vierweghahn *a* im Gehäuse *M*. In der skizzirten Stellung (Fig. 5342) tritt das Wasser bei *1* ein und bei *3* über den Kolben, zu gleicher Zeit nimmt das Wasser bei *2* und *4* seinen Ausweg. Nach der Umsteuerung befindet sich der Schieber in der punktirten Stellung, so dass jetzt *1* und *2*, und *3* und *4* in Verbindung steht. Die Umsteuerung des Vierweghahnes geschieht in folgender Weise: die durchgehende Kolbenstange setzt sich als Zahnstange *E* (Fig. 5343) fort und greift in ein Getriebe *F*, welches auf der Welle *G* sitzt. Das Getriebe hat zwei Daumen *H*, von denen der eine bei der Umdrehung des ersteren ein auf der Welle frei bewegliches Gewicht *J* hebt. Hat dasselbe den labilen Gleichgewichts-Zustand erreicht, so fällt es frei nach der anderen Seite, trifft aber dabei einen mit dem Vierweghahn *a* fest verbundenen Hebel *K*. Die Bewegung dieses Hebels wird durch einen Gummipuffer *L* begrenzt. Durch Mitnahme des Hebels *K* ist aber der Drehschieber *a* (Vierweghahn) in seine entgegengesetzte Lage gebracht worden.

Der Kolben *C*, die Kolbenstange *E* und das Getriebe *F* bewegen sich in entgegengesetzter Richtung und der zweite Daumen *H* tritt in dieselbe Thätigkeit wie der andere im vorigen Falle.

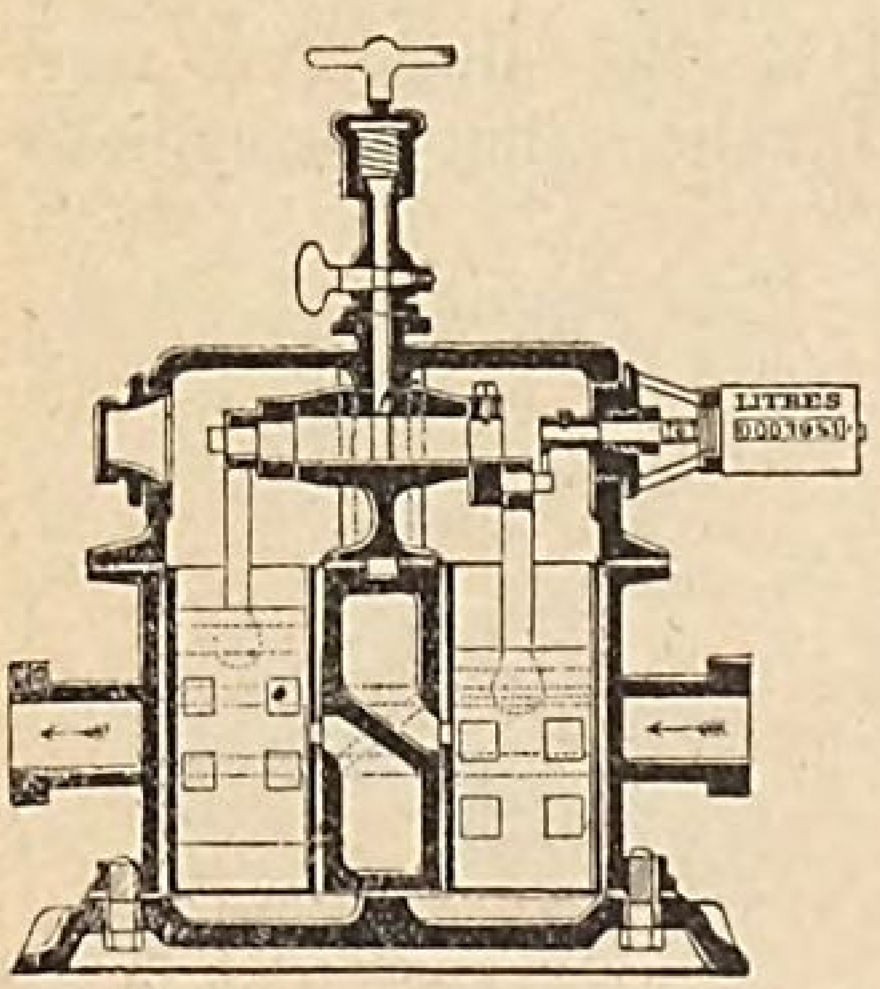
Die vor- und rückwärts drehende Bewegung des Getriebes wird durch drei conische Räder in eine Drehung nach nur einer Richtung umgewandelt, von wo aus die Uebersetzung nach dem Zählwerk *z* erfolgt.*)

*) Salbach, Gas-Journ. 1875.

Trotz dieser schnellen Umsteuerung findet doch eine, wenn auch unbedeutende Druckänderung vor und hinter dem Wassermesser statt. Das einströmende Wasser erleidet einen Stoss, das ausströmende ein Abreissen.

Eine vielseitige Anwendung hat in letzter Zeit als „Speisewassermesser" der Volumenmesser von A. Schmid in Zürich gefunden (Fig. 5344). Der Schmid'sche Wassermesser ist ein Kolbenmesser (mit selbststeuerndem Kolbenpaar) und zeichnet sich von anderen Kolbenmessern dadurch vortheilhaft aus, dass er des Schiebers entbehrt. Die Kolben sind derartig durchbrochen und durch Canäle verbunden, dass die Vertheilung des Wassers durch diese Durchbrechungen erfolgt. Die Kolben sind also zugleich Schieber. Es sind zwei senkrecht stehende Kolben angeordnet, welche an einer Welle mit zwei unter 90° gestellten Kurbeln arbeiten. Für gute Schmierung ist durch consistentes Mineralfett gesorgt. Bei Anwendung dieses Messers ist genau darauf zu achten, dass die Grösse des Messers entsprechend dem durchfliessenden Wasserquantum gewählt wird, indem sonst bedeutende Stösse durch die Function des Messers entstehen, die schädlich auf die Rohrleitungen einwirken.

Fig. 5344.



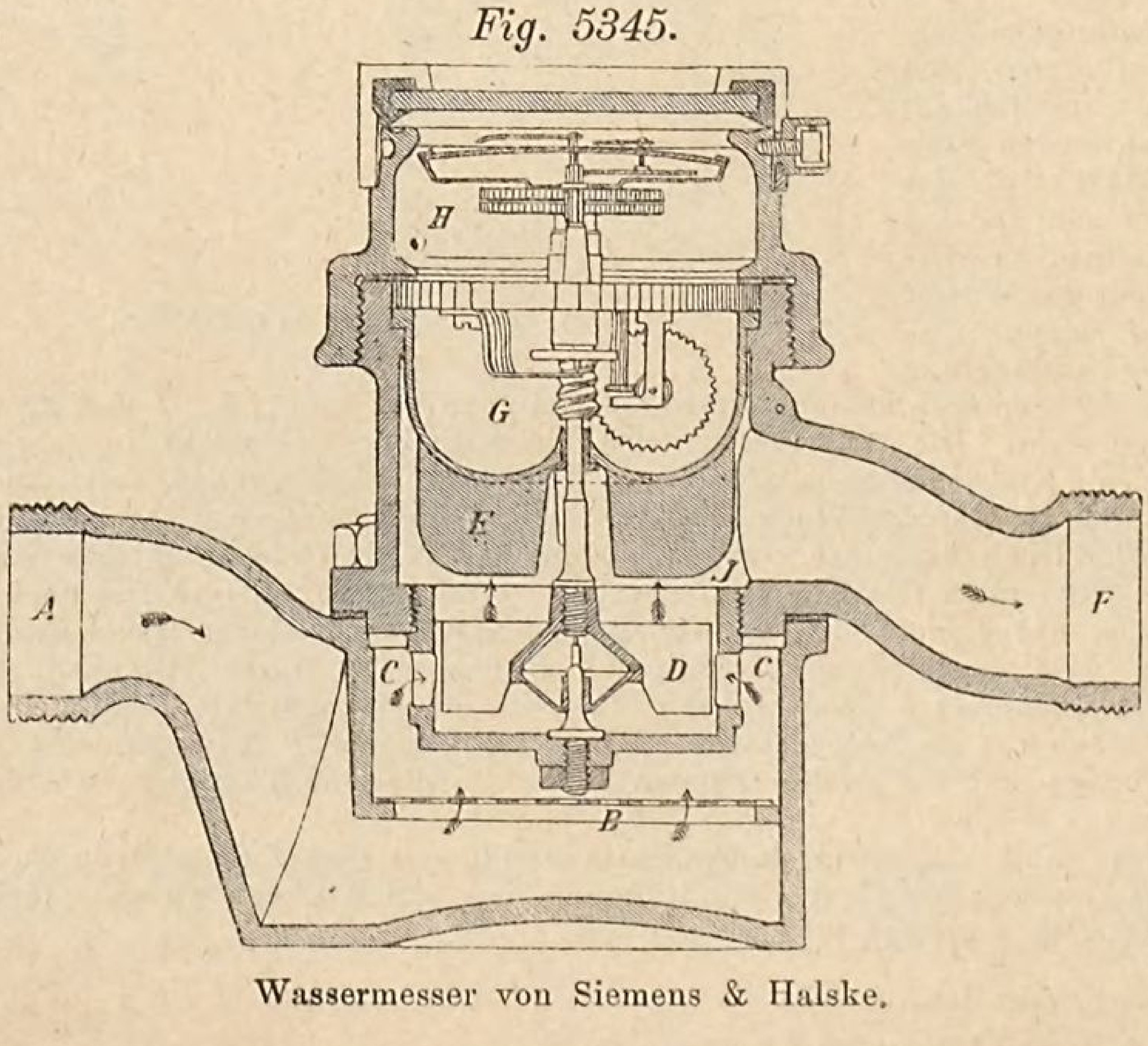
Wassermesser von Schmid.

Am meisten verbreitet ist die zweite Gruppe von Wassermessern, nämlich die Proportional-Messer (Geschwindigkeitsmesser).

Bei den Proportionalmessern wird das durchfliessende Wasser indirect gemessen, indem dasselbe eine Turbine (Flügelrad, Schraube) in rotirende Bewegung versetzt. Ein Uebersetzungsmechanismus überträgt die Anzahl der Umdrehungen auf ein Zählwerk, welches die durchgeflossene Wassermenge angibt. Man hat es somit nicht mit einer directen Messung, sondern mit einer Zählung der Umdrehungen zu thun.

Die Geschwindigkeitsmesser oder Proportionalmesser können allen gerechten Anforderungen in Betreff der Genauigkeit entsprechen, wenn das zu messende Wasserquantum mit der Grösse der Einströmungsöffnung des Messers in richtigem Verhältnisse steht.

Fig. 5345.



Wassermesser von Siemens & Halske.

Die Systeme, welche die grösste Anwendung gefunden haben, sind folgende: Siemens (Quest & Crimes, London); Siemens & Halske (Berlin); Leopolder (Wien); Faller (Spanner, Wien); Rosenkranz, Droop & Dreyer (Hannover); Tylor (London); Meinecke (Breslau); Germutz (Wien); Valentin (Frankfurt) etc.

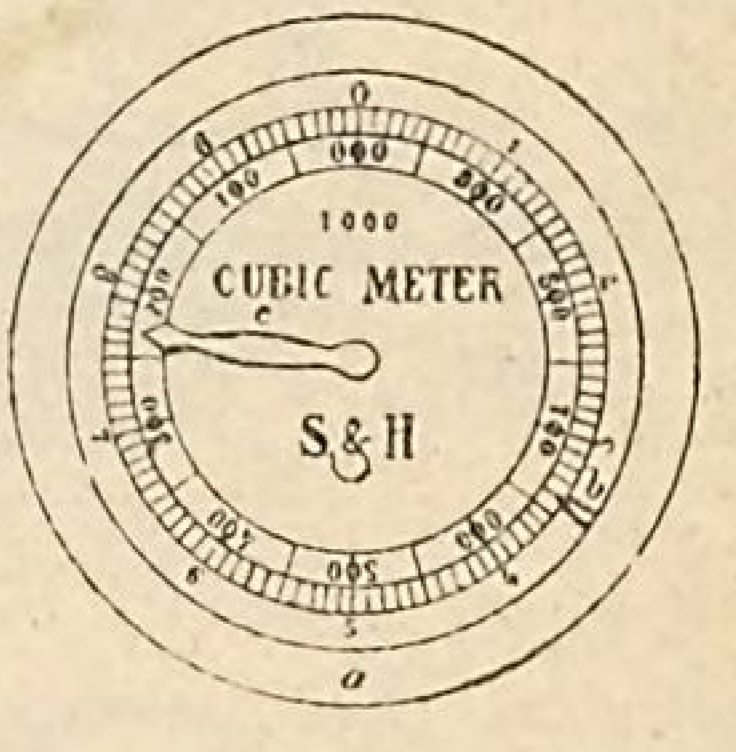
Einer der ältesten und am meisten in Verwendung stehende Wassermesser ist jener von Siemens u. Halske in Berlin (Fig. 5345).

Bei diesem strömt das Wasser bei *A* ein, steigt durch das Sieb *B* nach aufwärts, trifft durch schlitzartige Oeffnungen bei *C* das Flügelrad *D* und bewegt dasselbe. Das Wasser fliesst in der Richtung der Pfeile in den Raum *J* und tritt bei *F* aus dem Wassermesser. Die Achse des Rädchens *D* führt durch eine Stopfbüchse in den Raum *G*, in welchen auch von unten Wasser treten kann. Durch mehrfache Uebersetzungen, durch Schnecke und Schneckenrad, werden die Umdrehungen der Welle nach dem obersten, vom Wasser abgeschlossenen Raume *H* übertragen und die Zählscheibe in Bewegung gesetzt.

Um die Geschwindigkeit des Rädchens zu reguliren, dienen die Stauschaufeln *E* im Raume *J*; durch dieselben wird eine Hemmung der Bewegungen des Rädchens *D* erzielt.

Die kleinste Eintheilung an der Zählscheibe *H* entspricht einer Wassermenge von 10 Liter.

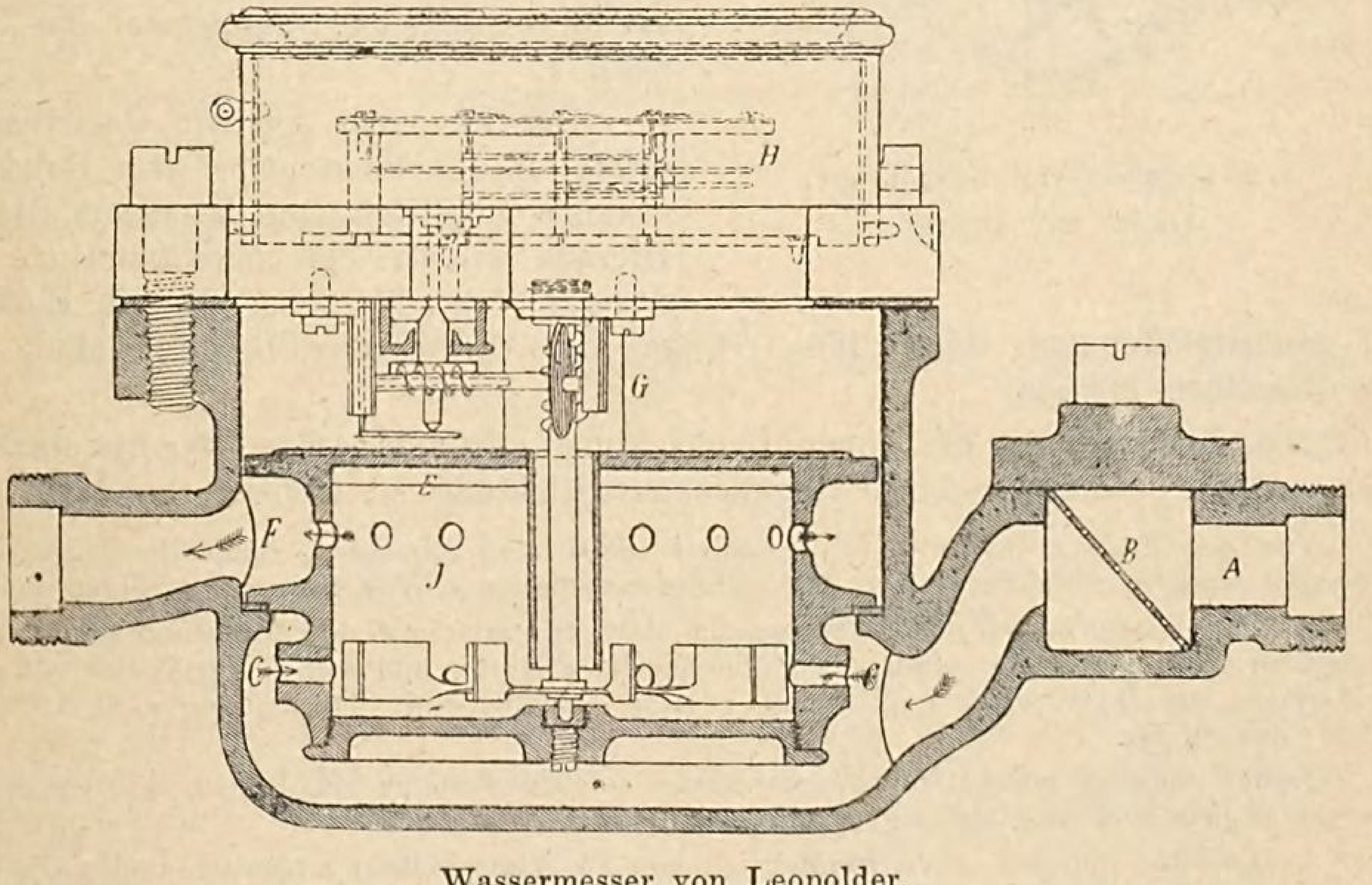
Fig. 5346.



Bei Siemens (Fig. 5346) dreht sich das ganze Zifferblatt *a* an einem fixen Stift *b* vorüber, welcher Bewegung = 1 Kub.-Meter entspricht. Wenn die Scheibe sich um 360° gedreht hat (d. h. wenn dieselbe eine volle Umdrehung gemacht hat), so bewegt sich der grosse Zeiger *e* um einen kleinen Theilstrich auf der Scheibe weiter und es entspricht somit dieser Zeiger *e* per Theilstrich ein Kubik-Meter Wasser.

Der Wassermesser von Leopolder in Wien (Fig. 5347) besteht aus einem Metallgehäuse, welches

Fig. 5347.



Wassermesser von Leopolder.

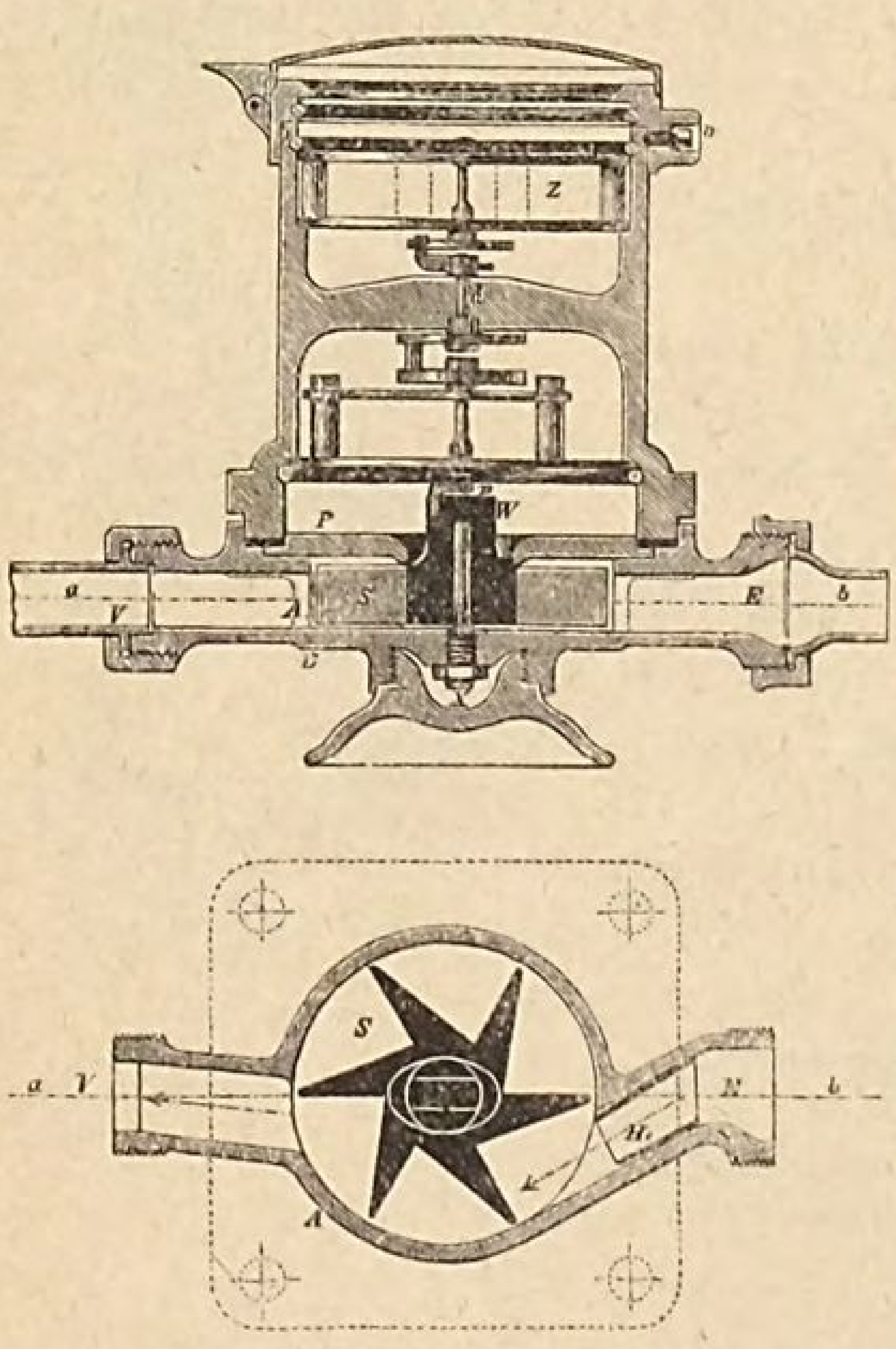
durch eine horizontale Platte in zwei Theile getheilt ist, dem Turbinenraum *J* und dem Zählraume *G*.

Das Wasser strömt bei A ein, passirt das Sieb B und wird in einem Ring-Canal (Reactionscylinder) um die Turbine herumgeführt, d. i. gleichmässig vertheilt, dann durch 10 schief gebohrte kleine Oeffnungen auf die neunflügelige Turbine geleitet, tritt sodann bei J in die Höhe und fliesst durch einen zweiten Ring-Canal bei F (mit grösseren Ausströmungs-Oeffnungen) in den Ausströmungs-Canal.

Der Turbinenzapfen (aus Metall) läuft auf einem Lager von Hartgummi. Die Welle überträgt die rotirende Bewegung mittelst eines Schneckengetriebes auf das Zählwerk H. Zur Regulirung dienen die Stauschaufeln E. Das Zählwerk ist mit einer Stopfbüchse vom Wasser des Turbinenraumes abgedichtet.

Der Wassermesser von Rosenkranz, Droop und Dreyer (Fig. 5348) in Hannover besteht aus drei Haupttheilen: der unteren Schale mit dem Spurlager, welches die Spindel des Messrades s aufnimmt, dem Messrad s (aus Hartgummi) und der Haube, welche das Uebersetzungs- und Zählwerk umschliesst.

Fig. 5348.



Wassermesser von Rosenkranz, Droop und Dreyer.

Die cylindrische Schale A ist unten durch den Boden B, oben durch die Platte P begrenzt. In der Mitte befindet sich eine senkrechte Spindel, deren Ende den Drehzapfen für das Messrad s bildet. Bei E schliesst die Einströmung möglichst tangential an, bei V erfolgt der Austritt des Wassers. Das Messrad füllt den Hohlraum bei A nahezu aus.

Das Messrad besteht aus einem cylindrischen Kern, welcher den unmittelbaren Durchtritt des Wassers von E nach V hindert, während die sternförmig gebildeten Flügel dem durchfliessenden Wasser Gelegenheit zur Mitnahme des Rades bieten. Der obere Theil w dient zur Bewegungsübertragung auf das Zählwerk z.

Der Ein- und Austritt des Wassers erfolgt in geschlossenem, dem Rohrquerschnitte möglichst angemessenem Strome. Hieraus erhellt die unveränderliche Genauigkeit des Messens, da die Eintritts- und Austrittsöffnungen durch ihre Grösse vor Verstopfung bewahrt sind, also stets dieselben bleiben.

Das Zählwerk ist mit einem Beobachtungszeiger versehen, der die einzelnen Liter anzeigt. Eine besondere Regulirungsvorrichtung ist nicht vorhanden.

Von der Pariser Präfectur (15. October 1880) sind folgende principielle Bedingungen festgestellt worden, welchen die zur Anwendung zugelassenen Wassermesser genügen müssen:

1. Kein Wassermesser neu oder reparirt darf in Paris in Gebrauch genommen werden, so lange er nicht bezüglich seiner sachgemässen Herstellung und seiner Verlässlichkeit durch die Beamten der Gesellschaft geprüft und durch dieselben mit der communalen Aichungsmarke versehen ist.

2. Zur Aichung werden nur Wassermesser solcher Systeme zugelassen, die, sei es definitiv sei es provisorisch genehmigt worden sind.

3. Dieselben müssen einen Innendruck von 15 Atmosphären aushalten und noch unter einem solchen Drucke dicht bleiben und unter einem jeden zwischen 0·1 und 7 Atmosphären liegenden Drucke regelmässig und dauernd functioniren.

4. Die Wassermesser der verschiedenen Abgabsstationen sollen mit den nachstehenden fixirten Auslaufmengen regelmässig functioniren können:

Diejenigen mit einem Maximal-Abgabsquantum (Durchflussmenge)

von	3000	Liter	per	Stunde	noch	bei	2	Liter	pr.	Minute
„	5000	„	„	„	„	„	3	„	„	„
„	10000	„	„	„	„	„	4	„	„	„
„	20000	„	„	„	„	„	6	„	„	„
„	30000	„	„	„	„	„	8	„	„	„
„	60000	„	„	„	„	„	12	„	„	„
„	100000	„	„	„	„	„	15	„	„	„

Unter dem Abgabsquantum *(débit)* eines Wassermessers ist diejenige grösste Quantität Wasser zu verstehen, welche der Apparat bei einer regelmässigen und permanenten Wirksamkeit unter dem Drucke von 3 Atmosphären in der Stunde zu liefern im Stande ist.

5. Nichts desto weniger wird für diese kleinen Abgabsquanten und im Allgemeinen für jene unter 1 Liter per Minute (Versuchsquanten, die mit dem praktischen Betriebe nicht correspondiren) eine Fehlergrenze nach oben und unten zugestanden.

Diese Fehlergrenze darf für Abgabs-Mengen bis zu $^1/_2$ Liter per Minute 20 Proc. und 10 Proc. bei grösseren Abgabsquanten betragen.

6. Jedes Auslaufsquantum von wenigstens 1 Liter per Minute muss innerhalb einer Fehlergrenze von 8 Proc. registrirt werden für solche Wassermesser, deren débit nach Art. 4 nicht 3000 Liter per Stunde übersteigt; diese Fehlergrenze wird nur zugestanden, wenn die Differenz zu Gunsten des Abnehmers läuft, d. h. es darf das registrirte Quantum (débit-Artikel 4) nicht um mehr als $^8/_{100}$ weniger sein als das wirklich gelieferte Quantum und darf in keinem Falle höher sein als dieses.

Von den Wassermessern für mehr als 3000 Liter per Stunde soll die gleiche Zuverlässlichkeit nur für eine Abgabe von 2 Proc. ihres Abgabsquantum verlangt werden.

7. Sobald constatirt wird, dass entweder die Fehlergrenze zum Schaden der Stadt überschritten wird oder dass im Gegentheile die Registrirung zum Nachtheile des Abnehmers geschieht, so soll ein solcher Wassermesser augenblicklich entfernt werden.

Aber weder in dem einen noch in dem anderen Falle erwächst dadurch ein Ersatzanspruch der einen Partei gegen die andere; da jede derselben jederzeit das Recht hat die Revision des Wassermessers zu veranlassen und es sich demgemäss nur selbst zuzuschreiben hat, wenn durch ein Fortbestehen eines Fehlers ihr ein Schaden erwächst.

Die beifolgende Tabelle gibt die Maximal-Leistungsfähigkeit der Wassermesser bei verschiedenen Einflussöffnungen an.

Tabelle über die Leistungsfähigkeit der Wassermesser.
(Ausfluss in der Ebene des Messers.)

Durchgangs-Oeffnung in Millim.	Durchflussmenge in der Stunde in Kubikmeter (circa)						Durchgangs-Oeffnung in Millim.
	bei 30 Met. Druckhöhe	—	bei 3·5 Atmosphär. Druck	—	bei 3·0 Atmosphär. Druck	bei 4 Atmosphären Druck	
12—13	2	2·5	4·5	—	5·4	5	12—13
20	3·8	5	8·5	—	—	9	20
25	7	9	11·5	—	9	13	25
35	—	—	—	3·6	—	—	35
40	12	20	28	5·4	30	35	40
50	20	30	40	9·0	40	50	50
	Siemens & Halske	Tylor	Rosenkranz Droop & Dreyer	Schmid	Faller (Spanner)	Leopolder	

District-Wassermesser. Um grössere Wasserverluste in städtischen Rohrleitungen zu constatiren, bedient man sich der Wasserverlustmesser von Deacon*) (*Deacon waste water meter*). In Liverpool durch Deacon

*) Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines 1879, Nr. 11; Annales des ponts et chaussées 1876; Humber pag. 208; Verhandlungen des deutschen Vereins der Gas- und Wasserfachmänner 1884.

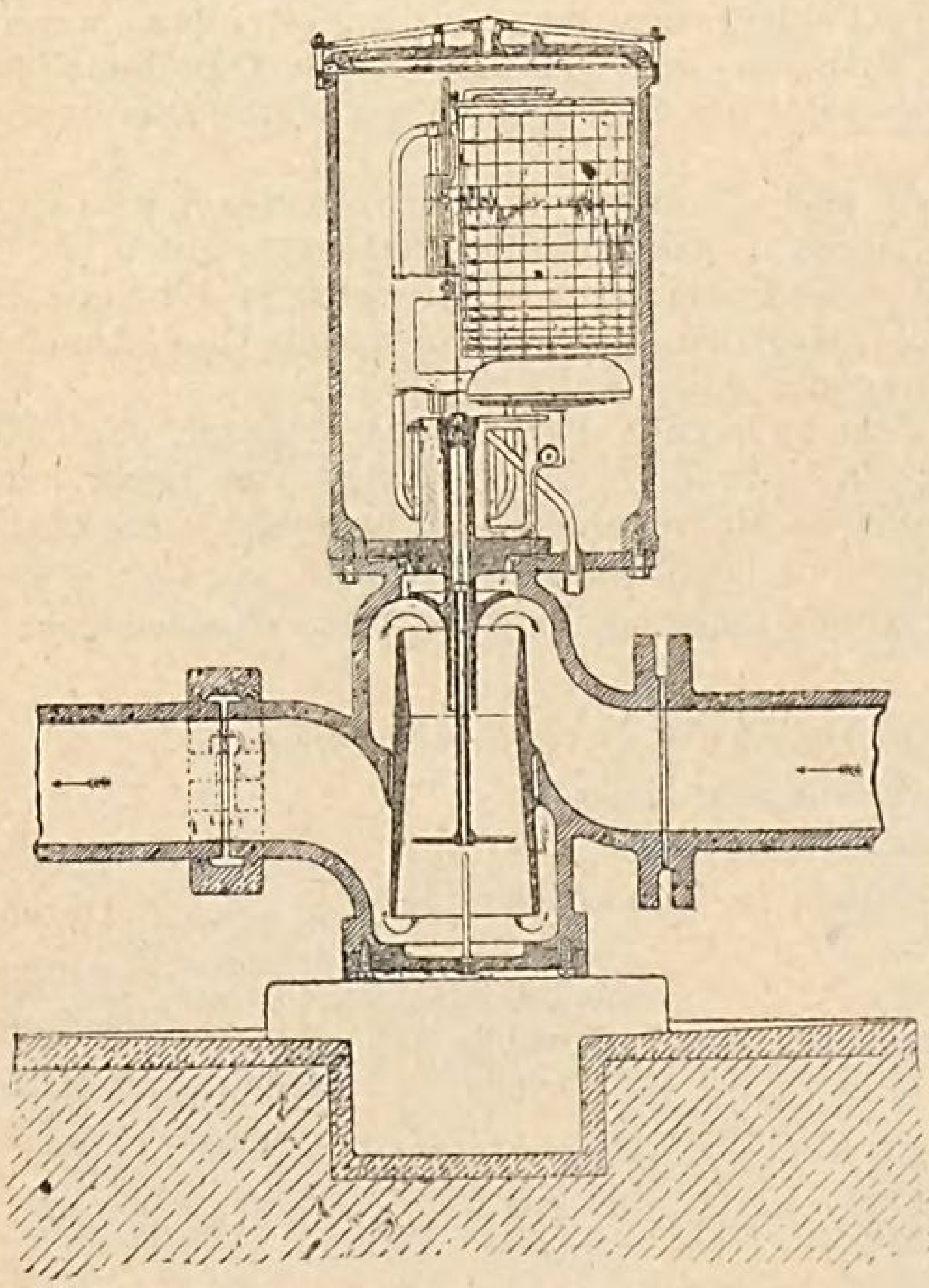
selbst im Jahre 1875 und in allerneuester Zeit in Frankfurt a. M. durch Lindley eingeführt, wurden durch die Anwendung der Districtswassermesser von Deacon namhafte Ersparnisse erzielt; und zwar wurde in Liverpool im Jahre 1875 der Verbrauch an Wasser von 146 Liter pro Kopf und Tag auf 72 Liter reducirt. Das System der Districtswassermesser soll die Wasserverluste, die bei einer Wasserleitung vorkommen können, möglichst verringern, diese Verluste können bekanntlich durch folgende Umstände herbeigeführt werden:

1. Fortwährende und geheime Verluste aus defecten Röhren, Closets Hähnen, unterirdischen Apparaten.

2. Zeitweilige Verluste, veranlasst durch schlechte Herstellung und Mangelhaftigkeit der im Erdreich liegenden Apparate (auch Offenlassen der Hähne).

3. Verschwendung seitens der Consumenten.

Fig. 5349.



Districtswassermesser von Deacon.

Der Districtswassermesser von Deacon (Figur 5349) besteht aus einem verticalen conischen Rohr, in welchem auf einer verticalen Achse eine runde Scheibe sich auf und ab bewegen lässt. Am oberen Ende der Achse dieser Scheibe ist ein Draht befestigt, welcher über eine Rolle geht und am Ende ein Gewicht trägt. Das conische Rohr ist am oberen Ende am engsten, und da der Apparat in die Leitung eingeschaltet wird, so muss das ganze Wasserquantum dasselbe durchziehen und zwar, wie durch die Pfeile auf der Zeichnung angedeutet, von oben nach unten.

Ist der Durchfluss gleich Null, so nimmt die Scheibe, durch das Gewicht in die Höhe gezogen, die höchste Stelle ein und verschliesst die runde Conusöffnung vollständig; tritt aber ein Verbrauch ein, so sinkt zunächst der Druck unter der Scheibe bis der Ueberdruck auf der oberen Fläche derselben dem Gewichte entspricht; sodann aber wird die Scheibe soweit herabgedrückt, bis die zwischen dem Scheibenrand und der Wandung der conischen Röhre verbleibende, ringförmige Fläche bei, dem Gewicht entsprechenden Ueberdrucke genügt, um die verbrauchte Wassermenge durchzulassen. Es entspricht demnach die jeweilige verticale Stellung der Scheibe einer ganz bestimmten und zwar der bis zu jenem Augenblicke durchgeflossenen Wassermenge.

In dem oberen Gehäuse des Messers befindet sich der Registrirapparat. Ein auf einer verticalen Schiene laufender Wagen, welcher durch den durch eine Stopfbüchse gehenden Draht mit der Scheibe verbunden ist, macht jede Bewegung der Scheibe mit und führt einen Stift, der auf einer rotirenden Papierfläche die Bewegungen der Scheibe als Diagramm aufträgt.

Aus dem Diagramm lässt sich direct der Verbrauch des Wassers für jede Stunde entnehmen und durch die Summirung dieser Quantität per Stunde ergibt sich der Gesammtverbrauch des durch den Messer controlirten Districtes in 24 Stunden (siehe Lindley's Vortrag über Districtswassermesser. Gas-Journal 1885 Nr. 3 und 4).

Literatur: Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, Oldenbourg, München und Leipzig, Jahrg. 1870 pag. 474; 1871 pag. 144; 1872 pag. 474; 1875 pag. 13, 54, 92, 169, 218, 245, 292, 329, 369, 402, 457, 503, 589, 617, 644, 885; 1876 pag. 236, 737; 1878 pag. 16, 507, 511; 1882 pag. 767. Ueber Dauerversuche mit Wassermessern 1876 pag. 695.

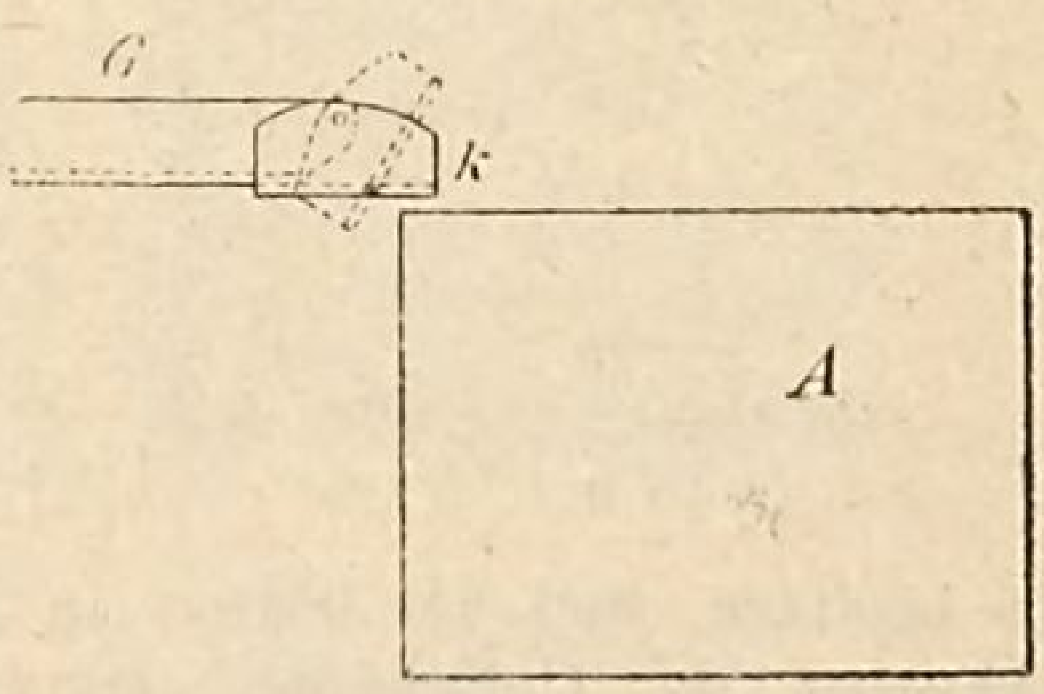
Dingler polyt. Journ. 1877-I pag. 442 und 517; 1877-II pag. 137; Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins 1877, Nr. 6; Engineering 1876 pag. 31; 1880 pag. 576; 1881 pag. 124; Engineer 1882 pag. 159; Journal of the Franklin Institut 1878 pag. 10; Revue industrielle 1880 pag. 373.

Ingenieur *Adolf Berkowitsch.*

Wassermessung oder Hydrometrie (*hydrométrie — hydrometry*). Das Verfahren, die in einem Wasserlaufe abfliessende Wassermenge zu ermitteln, wird vornehmlich durch die Grösse derselben, den Zweck der Messung, durch die zur Verfügung stehenden Mittel und die örtlichen Verhältnisse der Messungsstelle bedingt. Geringfügige Wassermengen, wie solche von Quellen oder ganz kleinen Bächen, misst man am zweckmässigsten mittelst Aichgefässen, während bei etwas grösseren Wassermengen, etwa bis zu 1^{cbm} pro Secunde, mit Vortheil Ausflussvorrichtungen zur Anwendung gelangen. Bedeutendere Wassermengen werden am besten durch Aufnahme des Durchflussprofiles und Messung der in demselben auftretenden Geschwindigkeit durch Geschwindigkeitsmesser (Hydrometer) ermittelt. Häufig kann es jedoch vorkommen, dass man von einer directen Messung der Geschwindigkeit Abstand nehmen muss, in welchem Falle nebst der Aufnahme des Durchflussprofiles noch die Messung des Wasserspiegelgefälles nothwendig wird, um die Wassermenge berechnen zu können. Im Uebrigen ist zu bemerken, dass es dem Ermessen des die Messung Ausführenden anheimgestellt werden muss, das in jedem besonderen Falle zweckmässigste Verfahren zu bestimmen, da sich keine allgemein giltigen Regeln hiefür aufstellen lassen. Es möge hier noch die Bemerkung Platz greifen, dass auf eine Beschreibung der beim Wasserversorgungssystem der unbeschränkten Entnahme in Anwendung gelangenden Wassermesser, welche die Menge des in Rohrleitungen unter Druck fliessenden Wassers ergeben, im Nachfolgenden nicht eingegangen wurde, da diese Wassermesser in einem eigenen Artikel abgehandelt sind.

A. Ermittelung der Wassermenge durch Aichung. Das zu messende Wasser wird, falls dasselbe nicht schon durch ein Rohr zugeleitet wird, durch ein kleines Gerinne *G* (Fig. 5350), an dessen Ende zweckmässig eine Klappe *k* anzubringen ist, dem Aichgefässe *A* zugeführt. Bei Vornahme der Messung ist darauf zu achten, dass der Wasserzufluss constant ist. Die zur Füllung des Gefässes nothwendige Zeit wird mittelst einer Secundenuhr beobachtet. Die Klappe *k* hat vor der Beobachtung die punktirte Lage und wird in einem bestimmten Momente so gedreht, dass das Wasser in das Gefäss fliesst. Nach Füllung des letzteren wird die Klappe rasch in die punktirte Lage zurückgedreht. Wäre τ die zur Füllung nothwendige Zeit (in Secunden) und *C* der Inhalt des Gefässes, so ist die pro Secunde abfliessende Wassermenge $Q = \frac{C}{\tau}$. Behufs Erzielung eines genauen Resultates sind mehrere Beobachtungen vorzunehmen; das arithmetische Mittel der einzelnen Werthe ist dann als wahrscheinlichste Wassermenge zu betrachten.

Fig. 5350.



B. Ermittelung der Wassermenge durch Ausflussvorrichtungen.

1. Mittelst des Wasserzolles. Zur Bestimmung des aus einem Gefässe ausfliessenden Wasserquantums wurde von Mariotte der Wasserzoll (*pouce*

d'eau) als Masseinheit in Anwendung gebracht. Hierunter ist eine Wassermenge zu verstehen, welche durch eine kreisrunde, in dünner Wand angebrachte Oeffnung von 1 Par. Zoll ($27 \cdot 1^{mm}$) Durchmesser unter dem Drucke von 1 Par. Linie ($2 \cdot 3^{mm}$) über dem Scheitel der Oeffnung zum Ausflusse gelangt. In 24 Stunden soll nach Gerstner ein Wasserzoll $19 \cdot 195^{cbm}$ ergeben, so dass bei n Oeffnungen die secundliche Wassermenge

$$Q = \frac{19 \cdot 195\, n}{86400}$$

ist. Es muss erwähnt werden, dass in Anbetracht der kleinen Oeffnung und Druckhöhe nach diesem Messungsverfahren keine grosse Genauigkeit zu erreichen ist; nichts destoweniger kommt dasselbe zur Messung kleiner Wassermengen manchmal noch in Anwendung, insbesondere in Frankreich und Italien.

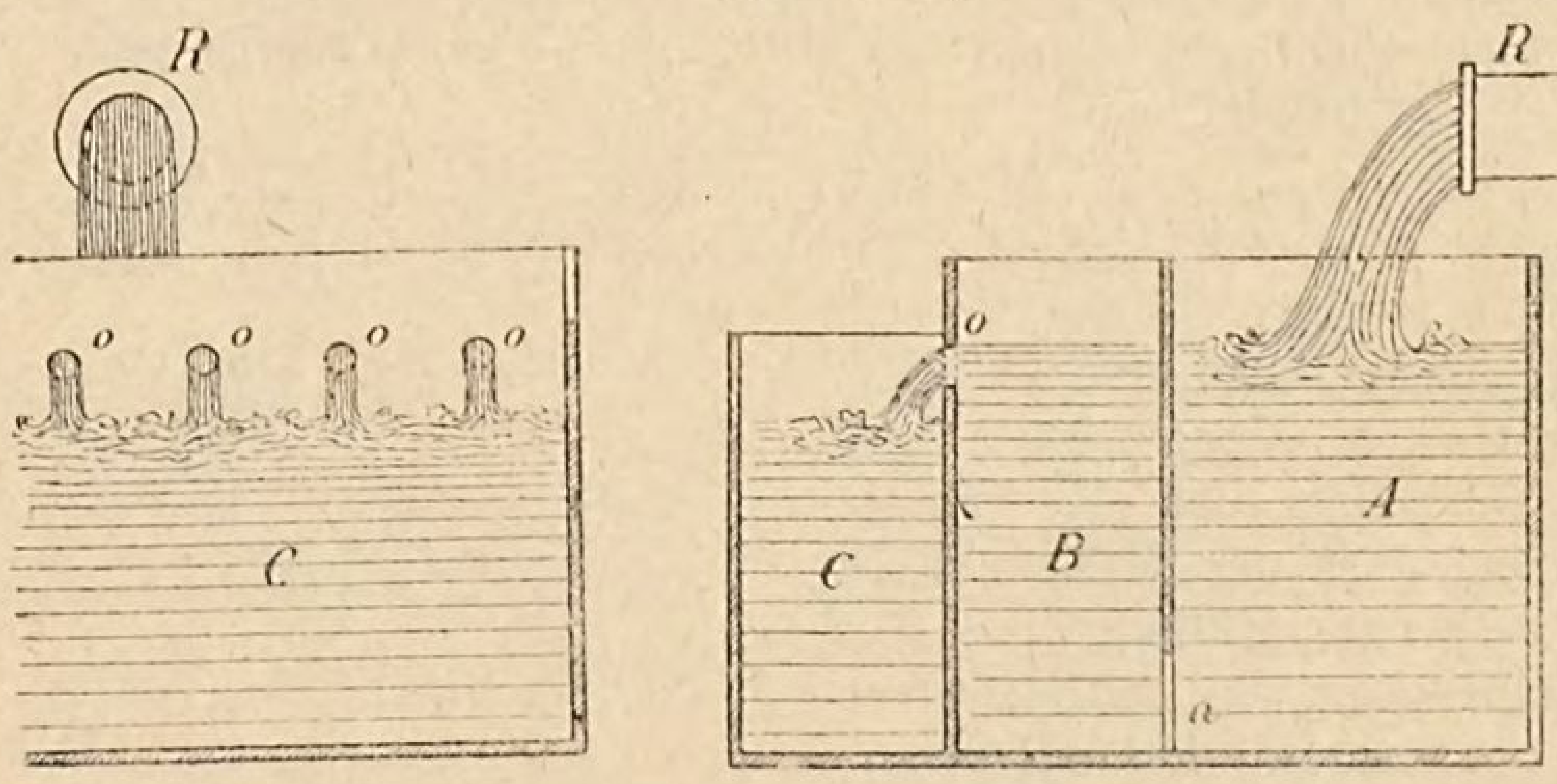
Allgemein ergibt sich die durch eine kreisrunde Oeffnung fliessende sec. Wassermenge Q aus der Formel

$$Q = \mu\, r^2 \pi \sqrt{2\, g\, h} \left(1 - \frac{r^2}{32\, h^2}\right),$$

worin h die Druckhöhe, gemessen über dem Mittelpunkte der Oeffnung (in dem in Rede stehenden Falle demnach 7 Paar Linien), r den Durchmesser der Oeffnung und μ den Contractions-Coefficienten (hier etwa 0·7) bedeutet; g ist die Acceleration der Schwerkraft ($9 \cdot 81^m$).

Der zur Vornahme derartiger Messungen dienende Apparat ist in Fig. 5351 dargestellt. Das zu messende Wasser, welches durch das Rohr R zugeführt gedacht ist, fliesst vorerst in den Raum A, tritt hierauf durch Oeffnungen a in den Raum B, woselbst es zur Ruhe gelangt. In der die Kammern B und C trennenden Wand sind die zur Messung dienenden Oeffnungen o angebracht, welche 1" Durch-

Fig. 5351.



messer besitzen, und am besten in Kupfer- oder Messingblech auszubohren sind. Der Abstand der Oeffnungen ist von Mitte zu Mitte mit etwa 3" anzunehmen, und müssen die Mittelpunkte derselben genau in gleicher Höhe liegen. Bei Vornahme der Messung geht man in der Art vor, dass zuerst sämmtliche Oeffnungen mit kleinen Korken verschlossen werden. Ist die Kammer B mit Wasser angefüllt, so werden nach einander so viele Korke herausgezogen, bis sich der Wasserspiegel in der Höhe von 1''' über dem Scheitel der Oeffnungen unveränderlich einstellt. Das in die Kammer C fliessende Wasser wird auf irgend eine Weise abgeleitet.

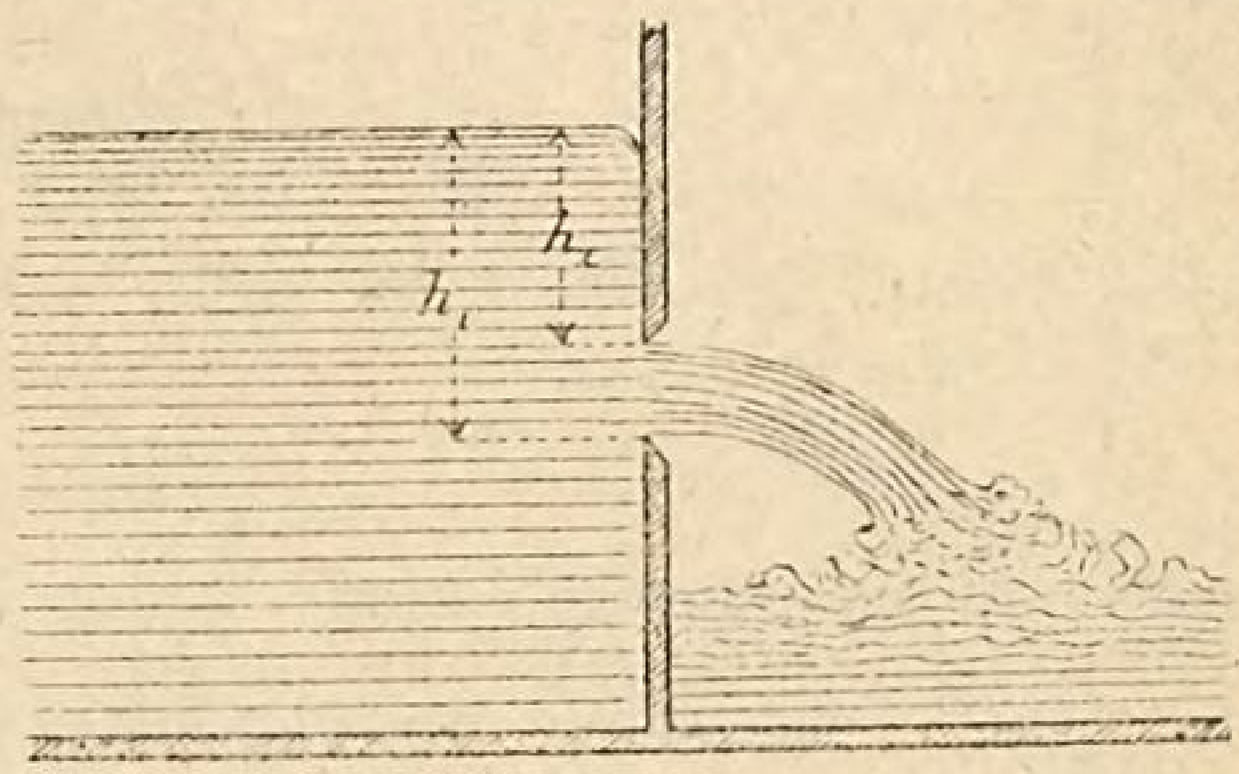
Nach dem gleichen Messungsverfahren lässt sich auch die Wassermenge eines kleinen Baches ermitteln, indem man einen Einbau von Brettern herstellt, in welchen eine Metallplatte mit den zölligen Oeffnungen eingefügt wird.

Der Vollständigkeit wegen möge noch angeführt werden, dass der von Prony eingeführte Wasserzoll bei einer scharfkantig begrenzten Oeffnung von

20mm Durchmesser und einer Druckhöhe von 50mm über dem Mittelpunkte der Oeffnung während 24 Stunden eine Wassermenge von 20cbm ergibt.

2. Durch Ausfluss aus rechteckigen Mündungen. Die Wassermenge eines kleinen fliessenden Gewässers kann am genauesten mittelst eines aus Pfosten und Pfählen bestehenden Einbaues, in welchem eine in blechdünner Wand hergestellte rectanguläre Mündung angebracht ist, gemessen werden. Bevor die Messung vorgenommen wird, muss der Eintritt des Beharrungszustandes abgewartet werden. Wird mit b die Breite der Mündung, mit h_1 der Abstand der Unterkante und mit h_2 der Abstand der Oberkante vom Wasserspiegel bezeichnet (Fig. 5352) und ist μ der sogen. Ausflusscoëfficient, so lautet die gewöhnlich gebräuchliche Formel zur Bestimmung der sec. Wassermenge

Fig. 5352.



$$Q = \mu\, b\, (h_1 - h_2) \sqrt{2g\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right)}.$$

Die genauesten und umfangreichsten Versuche über den Ausfluss des Wassers aus Seitenöffnungen sind von Poncelet und Lesbros angestellt worden. Dieselben umfassten hauptsächlich rechteckige Oeffnungen in blechdünner Wand von einer constanten Breite von 0·20m und Höhen von 0·01—0·20m. Der Abstand der Oberkante der Mündung vom Wasserspiegel erstreckte sich von 0·003 bis 1·70m. Nach den Ergebnissen dieser Versuche sind die Ausflusscoëfficienten mit den Druck- und Mündungshöhen veränderlich, u. z. werden dieselben, geringe Ausnahmen abgerechnet, um so grösser, je mehr die Druckhöhen und Mündungshöhen abnehmen. Die Versuche ergeben ferner, dass es für den Ausflusscoëfficienten ohne Einfluss ist, welche Seite einer rechteckigen Mündung zur Grundlinie angenommen wird, nur darf die grösste Dimension die kleinste nicht um das zwanzigfache überschreiten.

In nachstehender Tabelle findet man die Ausflusscoëfficienten nach Poncelet und Lesbros für rechteckige, in blechdünner Wand hergestellte Seitenöffnungen von 0·20m Breite (sogenannte Poncelet-Mündungen), unter Voraussetzung einer vollkommenen und vollständigen Contraction*) und Ausmündung in die freie Luft, angegeben. (S. Tabelle a. d. nächsten Seite.)

Der bei den vorstehend erwähnten Versuchen verwendete Behälter, in dessen Wand die Ausflussöffnung angebracht wurde, hatte eine Breite von 3·68m. Es ist hervorzuheben, dass die Gefässwände stets einen Einfluss auf den Ausflusscoëfficienten ausübten, falls ihr Abstand von der Ausflussöffnung weniger als das 2·7fache von der Breite der Mündung betrug, doch machte sich dieser Einfluss nur wenig bemerkbar, wenn die Wände der Mündung nicht sehr nahe gelegen waren.

Die Coëfficienten bleiben dieselben, wenn auch die Wand eine gewisse Stärke besitzt, nur muss darauf geachtet werden, dass der Strahl die Mündungskanten nirgends berührt, weshalb es nothwendig wird, die Kanten nach innen zuzuschrägen (Fig. 5352).

Für eine rechteckige Mündung, vor welcher das Wasser mit beträchtlicher Geschwindigkeit anlangt, demnach bei unvollkommener Contraction, ist von Weisbach nachstehende Formel aufgestellt worden:

$$Q = \mu \left[1 + 0{\cdot}641 \left(\frac{a}{A}\right)^2\right] b\, (h_1 - h_2) \sqrt{2\,g\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right)}.$$

Es bedeutet μ den für vollkommene Contraction angegebenen Coëfficienten, a den Querschnitt der Mündung, A denjenigen des ankommenden Wasserstromes unmittelbar vor der Mündung, demnach $\frac{a}{A}$ das Querschnittsverhältniss. Im äussersten Falle darf $\frac{a}{A}$ nicht viel über

*) Die Contraction wird eine vollkommene genannt, wenn sich das Wasser vor der Ausflussmündung nahezu in Ruhe befindet, während bei der unvollkommenen Contraction das Wasser mit beträchtlicher Geschwindigkeit vor der Mündung ankommt. Durch das Auftreten der letzteren wird die Ausflussmenge bedeutend vergrössert. Unter einer vollständigen Contraction versteht man jene, welche an allen vier Seiten stattfindet; reicht jedoch die Mündung bis an eine oder mehrere Seitenwände, so ist sodann an den bezüglichen Stellen die Contraction aufgehoben und dieselbe wird dann eine theilweise genannt. Hiedurch wird ebenfalls unter allen Umständen eine Vergrösserung der Ausflussmenge bedingt.

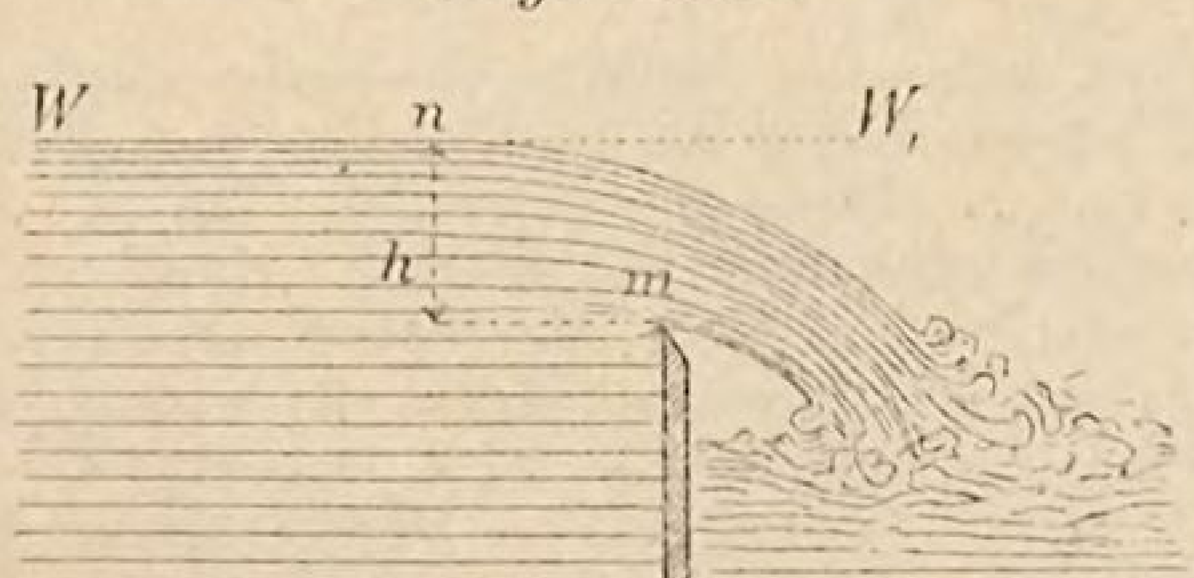
Wasserstände über dem oberen Rande der Mündung in Metern	I. Tabelle. Die Wasserstände sind an einem Punkte des Behälters gemessen, woselbst das Wasser vollkommen ruhig ist.						II. Tabelle. Die Wasserstände sind unmittelbar an der Mündung gemessen.					
	Coëfficienten μ der Formel $Q = \mu\, b\, (h_1 - h_2) \sqrt{2g \left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right)}$ für Mündungshöhen in Metern											
	0·01	0·02	0·03	0·05	0·10	0·20	0·01	0·02	0·03	0·05	0·10	0·20
0·000	—	—	—	—	—	—	0·795	0·783	0·766	0·713	0·667	0·619
0·005	0·705	—	—	—	—	—	0·778	0·750	0·725	0·668	0·630	0·597
0·010	0·701	0·660	0·630	0·607	—	—	0·762	0·720	0·687	0·642	0·618	0·595
0·020	0·694	0·659	0·634	0·615	0·596	0·572	0·729	0·697	0·668	0·638	0·614	0·594
0·030	0·688	0·659	0·638	0·620	0·600	0·578	0·708	0·685	0·659	0·637	0·613	0·593
0·040	0·683	0·658	0·640	0·623	0·603	0·582	0·695	0·678	0·654	0·636	0·612	0·593
0·050	0·679	0·658	0·640	0·625	0·605	0·585	0·686	0·672	0·651	0·636	0·612	0·593
0·060	0·676	0·657	0·640	0·627	0·607	0·587	0·681	0·668	0·647	0·635	0·613	0·594
0·080	0·670	0·656	0·638	0·629	0·610	0·589	0·675	0·662	0·643	0·635	0·613	0·594
0·100	0·666	0·654	0·637	0·630	0·611	0·592	0·669	0·657	0·640	0·634	0·614	0·595
0·150	0·659	0·651	0·635	0·630	0·613	0·595	0·660	0·652	0·636	0·632	0·615	0·597
0·200	0·655	0·648	0·633	0·630	0·615	0·598	0·656	0·649	0·633	0·630	0·615	0·599
0·300	0·650	0·644	0·632	0·629	0·616	0·600	0·651	0·644	0·632	0·629	0·616	0·601
0·400	0·647	0·642	0·631	0·628	0·617	0·602	0·647	0·642	0·631	0·629	0·617	0·602
0·500	0·644	0·640	0·630	0·628	0·617	0·603	0·645	0·640	0·630	0·628	0·617	0·603
0·600	0·642	0·638	0·630	0·627	0·617	0·604	0·643	0·638	0·630	0·627	0·617	0·604
0·700	0·640	0·637	0·629	0·627	0·616	0·604	0·640	0·637	0·629	0·627	0·616	0·604
0·800	0·637	0·636	0·629	0·627	0·616	0·605	0·637	0·636	0·629	0·627	0·616	0·605
0·900	0·635	0·634	0·627	0·626	0·615	0·605	0·635	0·634	0·628	0·626	0·615	0·605
1·000	0·632	0·633	0·628	0·626	0·615	0·605	0·632	0·633	0·628	0·626	0·615	0·605
1·200	0·626	0·628	0·626	0·624	0·614	0·605	0·626	0·628	0·626	0·624	0·614	0·604
1·400	0·618	0·622	0·622	0·621	0·612	0·603	0·618	0·622	0·622	0·621	0·612	0·603
1·600	0·613	0·617	0·618	0·618	0·611	0·602	0·613	0·617	0·618	0·618	0·611	0·602
1·800	0·612	0·614	0·615	0·615	0·609	0·601	0·612	0·614	0·615	0·615	0·609	0·601
2·000	0·611	0·612	0·612	0·613	0·607	0·601	0·611	0·612	0·612	0·614	0·607	0·601

0·5 betragen. Beim Gebrauche dieser Formel muss die Druckhöhe in dem bewegten Wasser unmittelbar vor der Mündung gemessen werden.

Behufs Erleichterung der Rechnung kann nachstehende Tabelle benützt werden.

$\frac{a}{A}$	0·05	0·10	0·15	0·20	0·25	0·30	0·35	0·40	0·45	0·50
$1 + 0{\cdot}641 \left(\frac{a}{A}\right)^2$	1·002	1·006	1·014	1·026	1·040	1·058	1·079	1·103	1·130	1·160

Fig. 5353.



3. Messung durch Ueberfälle. Unter einem Ueberfalle versteht man jede rechteckige Mündung ohne Druckhöhe über der Oberkante, welch' letztere demnach gänzlich weggelassen werden kann. Liegt die Ueberfallkante m, welche nach Innen abzuschrägen ist (Fig. 5353), über dem Spiegel des Unterwassers, so wird der Ueberfall ein vollkommener genannt; ist dies jedoch nicht der Fall,

liegt vielmehr die Ueberfallkante tiefer als der Unterwasserspiegel, so heisst der Ueberfall ein unvollkommener. Beim Ausfluss des Wassers über einen Ueberfall senkt sich der horizontale Wasserspiegel $W\,W_1$ (Fig. 5353) von einer bestimmten Stelle n oberhalb des ersteren.

Die Messung von grösseren Wassermengen ohne Anwendung von Geschwindigkeitsmessern wird meist mit Hilfe von vollkommenen Ueberfällen erfolgen müssen, da die Herstellung von Poncelet-Mündungen, welche zwar eine weit genauere Ermittlung der Wassermenge gestatten, in derartigen Fällen mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist. Unvollkommene Ueberfälle können als zuverlässiges Mittel zur Messung von Wassermengen nicht in Betracht kommen.

Die sec. Wassermenge, welche über einen vollkommenen Ueberfall strömt, ergibt sich aus der Formel

$$Q = {}^2/_3\, \mu\, b\, \sqrt{2\,g}\, \left[(h + k)\, \sqrt{h + k} - k\, \sqrt{k}\right].$$

Hierin ist h der Abstand des ungesenkten Wasserspiegels von der Ueberfallkante, gemessen in entsprechender Entfernung oberhalb derselben; $k = \frac{u^2}{2\,g}$ (u ist die Geschwindigkeit des ankommenden Wassers). Macht man die Annahme, es wäre u so gering, dass k vernachlässigt werden kann, so erhält man die Formel

$$Q = {}^2/_3\, \mu\, b\, h\, \sqrt{2\,g\,h}.$$

Von den Versuchen über den Ausfluss aus Ueberfällen, welche praktischen Werth besitzen, sind hauptsächlich jene von Castel, Lesbros, Weisbach und Francis vorgenommenen hervorzuheben. Den Lesbros'schen Versuchen entsprechend ergibt sich für vollkommene Ueberfälle von 0·2m Breite der Ausflusscoëfficient ${}^2/_3\, \mu = \mu_0$ für Druckhöhen bis zu 0·20m über der Ueberfallkante aus nachstehender Zusammenstellung.

Druckhöhen über der Ueberfallkante in Metern	0·010	0·020	0·030	0·040	0·050	0·060	0·070	0·080
${}^2/_3\, \mu = \mu_0$ bei vollständiger Contraction	0·424	0·417	0·412	0·407	0·404	0·401	0·398	0·397
${}^2/_3\, \mu = \mu_0$ bei am Boden unterdrückter Contraction	0·384	0·402	0·410	0·411	0·411	0·410	0·409	0·409

Druckhöhen über der Ueberfallkante in Metern	0·090	0·100	0·120	0·140	0·160	0·180	0·200
${}^2/_3\, \mu = \mu_0$ bei vollständiger Contraction	0·396	0·395	0·394	0·393	0·393	0·392	0·390
${}^2/_3\, \mu = \mu_0$ bei am Boden unterdrückter Contraction	0·409	0·408	0·408	0·408	0·407	0·406	0·405

Zur Erklärung ist hinzuzufügen, dass der Einbau, durch welchen die Contraction am Boden aufgehoben wurde, 2·6m weit in den Wasserzufuhrcanal hineinreichte.

Lesbros unterscheidet zwei Ordnungen von Ueberfällen, je nachdem die Breite b der Ueberfallkante mehr oder weniger als ${}^1/_{10}$ von der Breite B des Wasserzufuhrcanales beträgt. Ist $b < {}^1/_{10}\, B$, so hat das Verhältniss $\frac{b}{B}$ auf den Ausflusscoëfficienten keinen Einfluss, und es sind, wenn die Entfernung der Ueberfallkante vom Boden 0·54m oder mehr beträgt, die Ausflusscoefficienten der ersteren Columne zu entnehmen, während bei kleineren Entfernungen als 0·54m μ_0 aus der ersten und zweiten Columne durch Interpolation abzuleiten ist. Bei Ueberfällen der zweiten Ordnung ist der von Lesbros angegebene Vorgang zur Bestimmung der Ausflusscoëfficienten unsicher und langwierig; überdies wird derselbe durch die Versuche Weisbachs, welcher zuerst das Gesetz der unvollkommenen Contraction feststellte, überflüssig gemacht.

Die Abflussmengen bei Ueberfällen weisen nämlich mit dem Wachsen des Verhältnisses zwischen der Breite des Ueberfalles und der des Wasserzufuhrcanales eine Zunahme auf, so dass folgerichtig die Wassermenge am grössten ist,

wenn der Ueberfall die ganze Breite des Canales einnimmt. Aus Versuchen mit Ueberfällen in dünner Wand bei 0·20^m Breite und einem Zufuhrgerinne von 0·36^m Breite stellte Weisbach nachstehende Formeln auf:

$$Q = \mu_0 \left[1 + 1{\cdot}718 \left(\frac{b\,h}{B\,t}\right)^4\right] b\,h \sqrt{2\,g\,h} \quad \text{wenn } b < B \text{ ist}$$

$$\text{und} \quad Q = \mu_0 \left[1{\cdot}041 + 0{\cdot}3693 \left(\frac{h}{t}\right)^2\right] b\,h \sqrt{2\,g\,h}, \quad \text{wenn } b = B \text{ ist.}$$

t ist die Wassertiefe des Zufuhrcanales, welche an einer Stelle, wo der Wasserspiegel noch keine Senkung zeigt, zu messen ist. Die Ausflusscoëfficienten μ_0 sind hiebei der obigen Tabelle, enthaltend die Ergebnisse der Versuche von Lesbros, zu entnehmen. Zur Erleichterung der Rechnung dient nachstehende Zusammenstellung.

$\frac{b\,h}{B\,t}$	—	0·05	0·10	0·15	0·20	0·25	0·30	0·35	0·40	0·45	0·50
$1 + 1{\cdot}718 \left(\frac{b\,h}{B\,t}\right)^4$	—	1·000	1·000	1·001	1·003	1·007	1·014	1·026	1·044	1·070	1·107
$\frac{h}{t}$	0·00	0·05	0·10	0·15	0·20	0·25	0·30	0·35	0·40	0·45	0·50
$1{\cdot}041 + 0{\cdot}3693 \left(\frac{h}{t}\right)^2$	1·041	1·042	1·045	1·049	1·056	1·064	1·074	1·086	1·100	1·116	1·133

Die allgemeine Benützbarkeit der Weisbach'schen Formeln wurde von verschiedenen Seiten in Zweifel gezogen, da denselben Versuche mit geringen Ueberfallbreiten zu Grunde lagen. Hiedurch wurden mehrere Hydrauliker veranlasst, neuerliche Untersuchungen vorzunehmen, von denen hauptsächlich jene von Francis hervorzuheben sind. Dieselben bezogen sich einmal auf Ueberfälle in dünner Wand mit Contraction auf allen drei Seiten, weiters auf solche Ueberfälle, welche die ganze Breite des Zufuhrcanales einnahmen. Die Ueberfälle hatten eine Breite von 10 Fuss engl. (3·05^m). Auf Grund seiner Versuche leitete Francis folgende empirische Formel für die Wassermenge ab:

$$Q = 3{\cdot}33\,(b - 0{\cdot}1\,n\,h)\,h^{3/2};$$

hierin bedeutet n die Zahl der Seitencontractionen, Q wird in Cub.-Fuss engl. erhalten. Bei Ueberfällen, welche über die ganze Breite des Zufuhrsanales reichen, wird $n = 0$ und es ergibt sich:

$$Q = 3{\cdot}33\,b\,h^{3/2}$$

Von weiteren Untersuchungen verdienen noch jene von Braschmann Erwähnung. Derselbe fand, dass der Coëfficient μ_1, mit dem der Ausdruck $b\,h\sqrt{2\,g\,h}$ behufs Bestimmung der wirklichen Ausflussmenge multiplicirt werden muss, eine Function der relativen Ueberfallbreite ist. Da μ_1 aber ausserdem noch von der Höhe des Ueberfalles abhängig ist, so stellt Braschmann für den Ausflusscoëfficienten nachstehende Formel auf:

$$\mu_1 = 0{\cdot}3838 + 0{\cdot}0386\,\frac{b}{B} + \frac{0{\cdot}00053}{h}.$$

Für Ueberfälle über die ganze Breite wird $b = B$, demnach

$$\mu_1 = 0{\cdot}4224 + \frac{0{\cdot}00053}{h}.$$

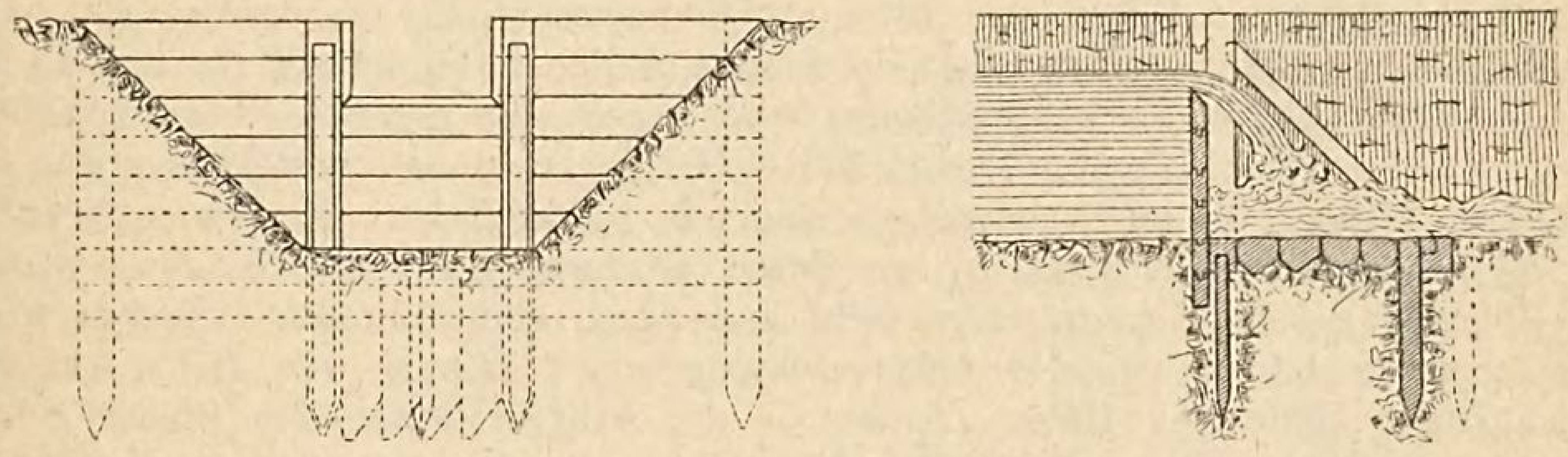
Die Constanten in dieser Formel hat Braschmann aus 47 von Castel vorgenommenen und von Lesbros verbesserten Versuchen berechnet. Letztere Versuche, durch welche zuerst festgest llt wurde, dass der Ausflusscoëfficient bei verschiedenen Ueberfällen sehr grosse Unterschiede aufweist — bei weiten Einschnitten auffallend grösser ist als bei schmalen —, erstreckten sich auf Ueberfallbreiten von 0·01—0·70^m und Druckhöhen von 0·03—0·24^m.

Die Braschmann'sche Formel soll für alle vollkommenen Ueberfälle in dünner Wand oder mit nach innen abgeschrägter Kante bei Ueberfallhöhen über 0·10^m und Ueberfallbreiten über 0·08^m eine für praktische Zwecke ausreichende Genauigkeit besitzen, doch ist es nothwendig, dass die Seitenwände normal zur Ueberfallsebene stehen.

Die der Braschmann'schen Formel entsprechenden Ausflusscoëfficienten können aus nachstehender Tabelle entnommen werden.

relative Breite $\frac{b}{B}$	Werthe von μ_1 der Formel $Q = \mu_1\, b\, h\, \sqrt{2\, g\, h}$ bei Druckhöhen in Metern von							
	0·030	0·050	0·100	0·200	0·300	0·400	0·500	0·600
0·10	0·406	0·398	0·393	0·390	0·390	0·389	0·389	0·389
0·40	0·417	0·410	0·405	0·402	0·401	0·401	0·400	0·400
0·60	0·425	0·418	0·412	0·410	0·409	0·408	0·408	0·408
0·80	0·433	0·425	0·420	0·417	0·417	0·416	0·416	0·416
1·00	0·440	0·433	0·428	0·425	0·424	0·424	0·423	0·423

Fig. 5354.



Ein einfacher und zweckentsprechender Ueberfall ist in Fig. 5354 in Ansicht und Längenschnitt abgebildet. Die Construction besteht aus vier eingerammten Pfählen, an welche eine Pfostenwand befestigt ist. Um letztere wasserdicht zu machen, sind die Pfosten miteinander durch Feder und Nuth verbunden. Damit die Sohle vor Unterwaschen geschützt ist, wurde eine Spundwand und ein Sturzpflaster angebracht. Zur theilweisen Aufnahme des Wasserdruckes dienen Streben, welche sich gegen einen, durch Pflöcke befestigten Schweller stützen.

C. Ermittelung der Wassermenge durch Aufnahme des Durchflussprofiles und Messung der Geschwindigkeit. Die Bewegung des Wassers in den verschiedenen Stellen eines und desselben Querprofiles erfolgt nicht mit gleicher Geschwindigkeit. In Folge des Widerstandes an der Sohle wird die Bewegung der in der Nähe derselben befindlichen Wassertheilchen gehemmt, so dass in einer Verticallinie die Geschwindigkeit in der Nähe der Sohle geringer ist als am Wasserspiegel. Ebenso nimmt die Geschwindigkeit von den Ufern gegen die Strommitte zu, und ungefähr an der tiefsten Stelle des Profils ist die Geschwindigkeit am grössten.

Bevor mit der Geschwindigkeitsmessung begonnen wird, ist eine stetige Bewegung des Wassers abzuwarten, d. h. die durch die einzelnen Durchflussprofile fliessenden Wassermengen müssen dieselben sein; demnach ist die Messung bei unveränderlichem oder sich nur wenig änderndem Wasserstande auszuführen. Es ist daher nothwendig, während der Vornahme der Messung den Wasserstand an einer eingetheilten Latte, Pegel genannt, abzulesen. Falls in der Nähe der Messungsstelle kein stabiler Pegel vorhanden ist, hat man einen Nothpegel zu errichten, welcher an einer geschützten Uferstelle anzubringen ist. Die Bezeichnung der Eintheilung der Pegellatte ist von unten nach oben vorzunehmen, so dass bei höheren Wasserständen eine grössere Zahl abgelesen wird.

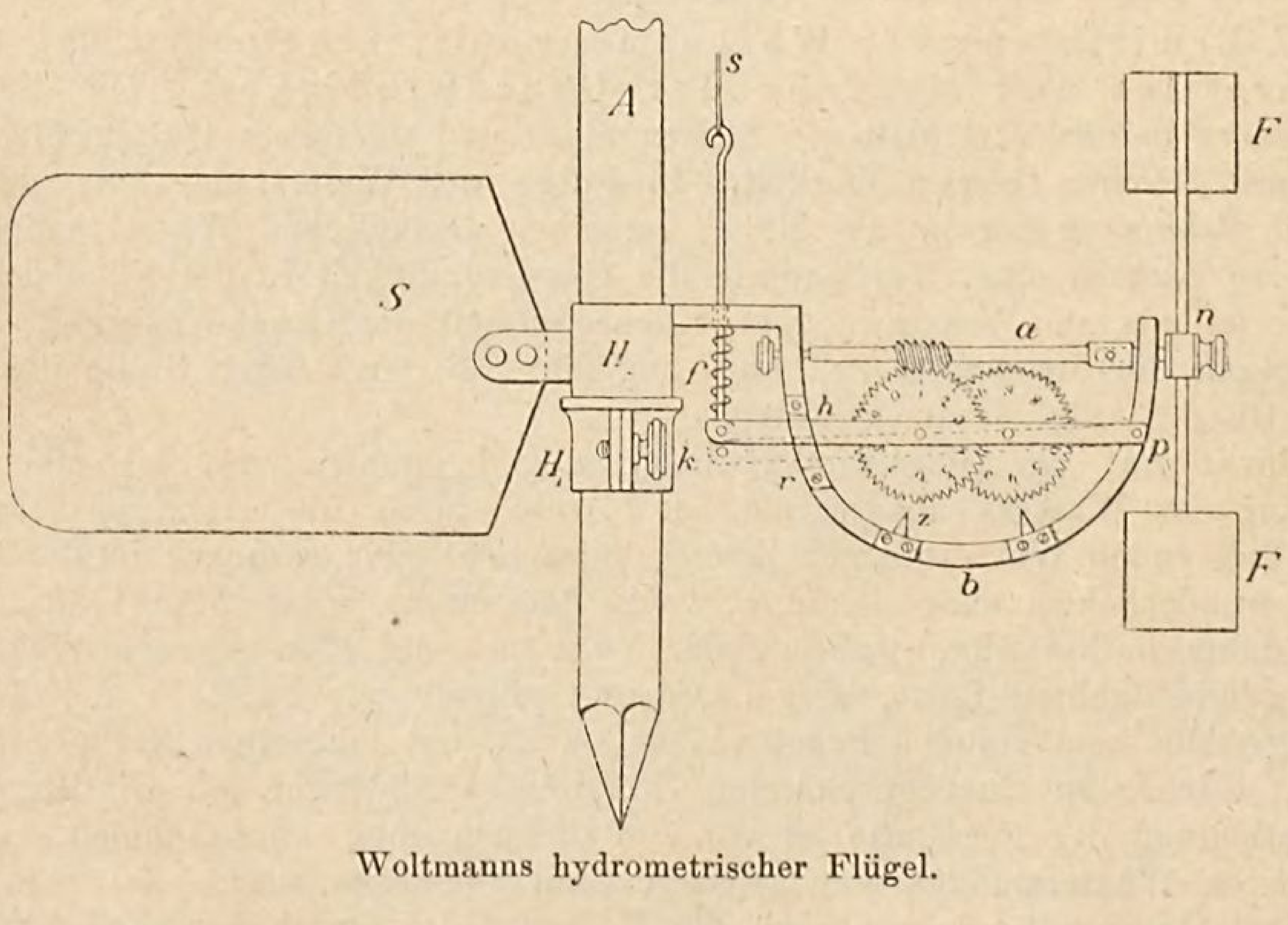
Das Querprofil, in welchem die Messung der Geschwindigkeit stattfindet, soll normal auf die Stromrichtung gelegt werden, und ist eine solche Strecke auszuwählen, wo der Wasserlauf eine möglichst gerade Richtung besitzt und frei von Gegenströmungen ist.

Die Geschwindigkeitsmesser. Die hier in Betracht kommenden Apparate und Vorrichtungen lassen sich in zwei Gruppen eintheilen, nämlich in solche, welche die Geschwindigkeit des Wassers an einer bestimmten Stelle angeben und in diejenigen, welche man frei im Strome treiben lässt. Von den zahlreichen Messapparaten der ersten Art, welchen die mannigfachsten Constructionsprincipien zu Grunde liegen, haben sich blos der hydrometrische oder Woltmannsche Flügel und die Darcy'sche Röhre bewährt, während von den Vorrichtungen der zweiten Art, mit welchen man blos die Geschwindigkeit innerhalb einer bestimmten Strecke erhält, der Oberflächenschwimmer und der Schwimmstab im Gebrauche stehen.

1. Der hydrometrische Flügel. Dieses Instrument, welches sich durch eine sehr bequeme Handhabung auszeichnet, kommt gegenwärtig, wenn es sich um eine genaue Ermittelung der Wassermenge handelt, fast ausschliesslich zur Anwendung.

Der hydrometrische Flügel älterer Construction, noch jetzt sehr häufig im Gebrauche, unterscheidet sich von dem ursprünglich von Woltmann angewendeten Flügel nur durch einige unwesentliche Verbesserungen. Der eigentliche, am unteren Ende einer Holzstange A Fig. 5355 befindliche und in beliebiger Höhe verstellbare Flügelapparat wird durch eine mittelst einer Schraube k an der Stange festgeklemmten Messinghülse H_1 getragen, und besteht aus der frei drehbaren Hülse H_2, an welcher ein Bügel b befestigt ist. In diesem befinden sich die Lager für die Achse a, an deren vorderes Ende die Nabe n, welche die Flügelschaufeln F trägt, aufgesteckt und durch eine Schraube befestigt wird. Die Schaufeln bilden mit der Achsenrichtung einen Winkel von 45°. Auf der rückwärtigen Seite der Hülse H_2 ist in der Achsenrichtung ein Steuer S angebracht, welches eine selbstthätige Einstellung des Instrumentes in die Stromrichtung bewirkt. Für eine blosse Messung der Geschwindigkeit ist es zwar erforderlich, dass die Achse des Instrumentes mit der Stromrichtung übereinstimmt; sobald es sich aber um die Ermittlung der Wassermenge handelt, soll die Messung der Geschwindigkeit normal zum Querprofile erfolgen.

Fig. 5355.



Woltmanns hydrometrischer Flügel.

Bringt man das Instrument in strömendes Wasser, so werden durch dasselbe die Schaufeln umgedreht. Die Zählung der Umdrehungen wird in der Weise bewerkstelligt, dass an der Achse a eine Schnecke angebracht ist, in welche die

Zähne eines darunter befindlichen Zahnrades eingreifen. Das gewöhnlich hunderttheilige Zahnrad ist in einem Hebel *h* gelagert, welcher bei *p* an den Bügel drehbar befestigt ist und mittelst einer Schnur *s* gehoben werden kann. Um keine bedeutende Reibung zwischen Schnecke und Zahnrädchen zu erzeugen, darf sich der Hebel *h* nur um ein gewisses Mass heben lassen, zu welchem Ende vermittelst eines durch zwei Schrauben befestigten Steges *r* ein Schlitz gebildet wird, welcher die Bewegung des Hebels begrenzt. Bei nachgelassener Schnur wird der Hebel durch die Spiralfeder *f* nach abwärts gedrückt; das Zahnrädchen wird hiedurch ausser Eingriff mit der Schnecke gebracht und stellt sich gegen den festen Zahn *z*, welcher die Drehung des Rädchens verhindert und zugleich als Zeiger dient. Das Zahnrädchen macht bei hundert Flügelumdrehungen einen Umlauf; um jedoch eine grössere Zahl von Umdrehungen zählen zu können, ist noch ein zweites Zahnrädchen angebracht, welches sich zehnmal langsamer dreht und die Umdrehungen des ersteren angibt.

Behufs Vornahme der Beobachtung wird vorerst an den Zahnrädchen die Ablesung gemacht und hierauf der Flügel an die Stelle, wo die Geschwindigkeit gemessen werden soll, gebracht. Bei Beginn der Beobachtung wird die Schnur *s* angezogen und hiedurch das Zahnrädchen zum Eingriff gebracht. Dieses wird sich nun, der Bewegung der Flügelschaufeln entsprechend, drehen. Sobald die Beobachtungszeit, welche man mit wenigstens einer Minute zu bemessen hat, verstrichen ist, wird die Schnur nachgelassen, so dass das Zahnrädchen wieder gegen den festen Zahn *z* gedrückt wird. Hierauf wird das Instrument behufs Vornahme der Ablesung aus dem Wasser gehoben. Aus dem Unterschiede der Ablesungen ergibt sich die Anzahl der Flügelumdrehungen während der Beobachtungszeit. Sind nun U Umdrehungen während τ Secunden beobachtet worden, so ist die Anzahl der Umdrehungen pro Secunde $u = \frac{U}{\tau}$.

Der hydrometrische Flügel kann zur Messung der Geschwindigkeit in jeder beliebigen Tiefe verwendet werden, soweit es die Festigkeit der dem Wasserstosse ausgesetzten Stange gestattet.

Der Apparat in der beschriebenen Gestalt, welcher als eigentlicher Woltmann'scher Flügel zu bezeichnen ist, hat im Laufe der Zeit mannigfache und wesentliche Verbesserungen erfahren. Von den zahlreichen Constructionen dieser Art ist vornehmlich der Harlacher'sche Flügel zu nennen, welcher im Nachstehenden näher beschrieben werden soll.

Der hydrometrische Flügel von Harlacher. Derselbe unterscheidet sich von den übrigen Instrumenten dieser Gattung hauptsächlich durch eine neue Aufstellung, welche darin besteht, dass eine stehende Stange *R* (Fig. 5356), welche als Eisenrohr construirt ist, angewendet wird, längs welcher sich der Flügelapparat verschieben lässt.

Das Rohr bleibt während sämmtlicher Beobachtungen an den verschiedenen Tiefenpunkten einer Verticallinie unverrückt stehen. Dasselbe ist unten mit einer Spitze versehen, welche das Einbohren in den Flussgrund ermöglicht und besitzt einen der ganzen Länge nach ausgehobelten Schlitz, der bei der Aufstellung stromabwärts zu kehren ist. Der Schlitz dient während der Abwärts- und Aufwärtsbewegung des Flügelapparates als Führung. Die cylindrische Hülse *H* des letzteren umfasst das Rohr und ist mit einem Arme *A* versehen, welcher in das Innere des Rohres geht. Mittelst dieses Armes ist der Apparat an einem Drahtseilchen *d* aufgehängt, welches demnach in das Innere des Rohres verlegt ist, um es nicht der Strömung auszusetzen und über eine auf das obere Rohrende aufgesetzte Rolle läuft. Das Seilchen dient gleichzeitig zur Tiefenmessung. Die Strömung ist bestrebt, die cylindrische Hülse des Flügels an das Rohr anzudrücken, wodurch die Bewegung längs des letzteren erschwert würde. Es ist deshalb die Hülse, weil das Instrument beim Nachlassen des Aufhängeseilchens von selbst herabgleiten muss, mit Rollen versehen, so dass sie das Rohr nicht berührt. An dem unteren Ende der Hülse ist eine Scheibe *P* angebracht, welche zur Begrenzung der Senkung des Flügels, sowie zu dessen Schutz dient. Das auf die Flügelachse aufgesteckte Flügelrad *F* besteht aus zwei, an starke Arme befestigte Schaufeln, welche nach einer Schraubenfläche von bestimmter Ganghöhe gekrümmt sind. An der rückwärtigen Seite der Hülse ist eine steuerähnliche Vorrichtung *S* angebracht; doch hat diese nicht den

Zweck, das Instrument in die Richtung der Strömung einzustellen, sondern dient als Gegengewicht und zur bequemen Handhabung des Apparates.

Die Zählung der Umdrehungen erfolgt entweder mittelst Zählrädchen oder auf elektrischem Wege. Die elektrische Zählung der Umdrehungen bietet gegenüber der alten Einrichtung den Vortheil, dass das Herausheben des Flügelapparates aus dem Wasser behufs Vornahme der Ablesung entfällt.

Fig. 5356.

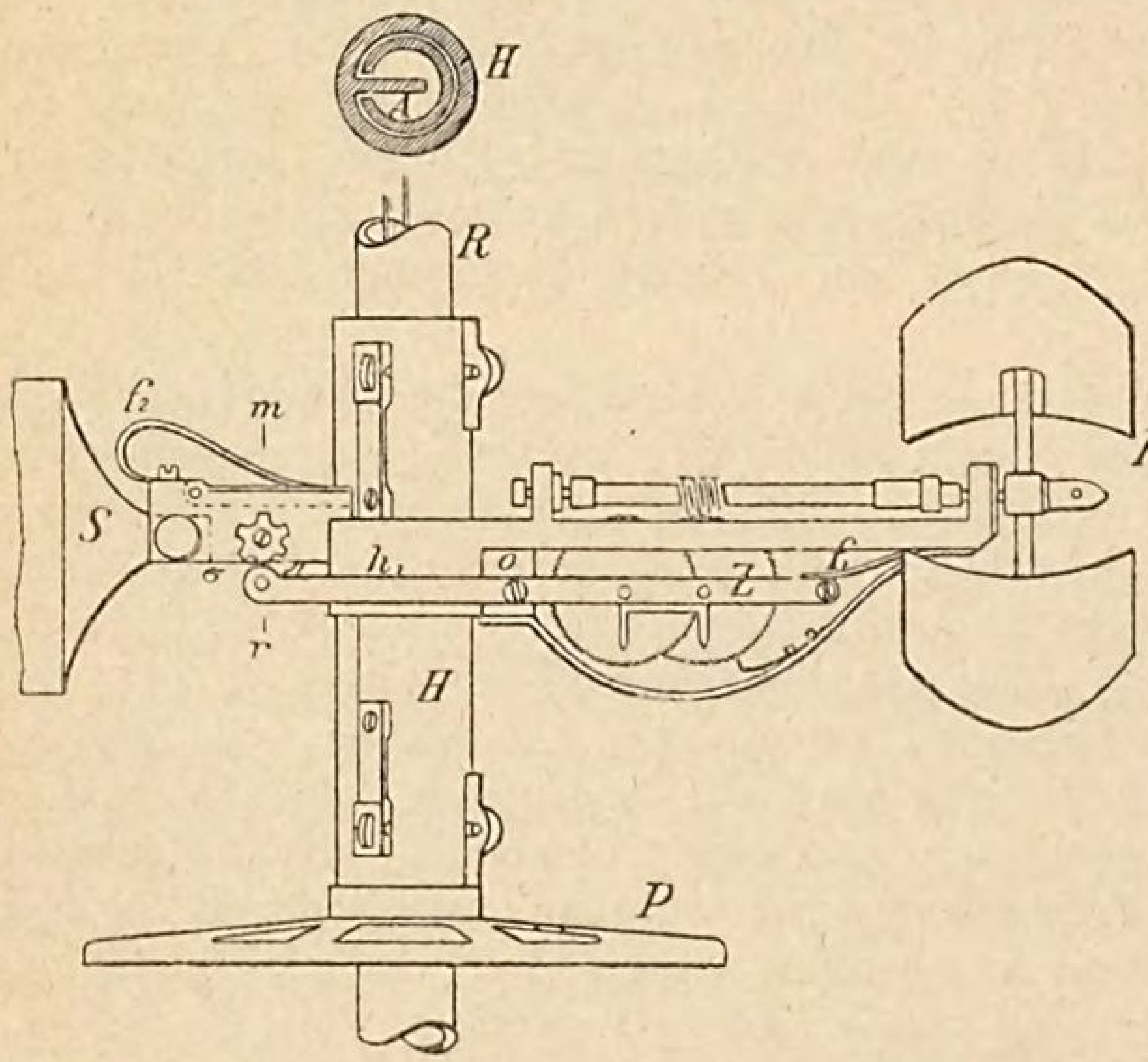
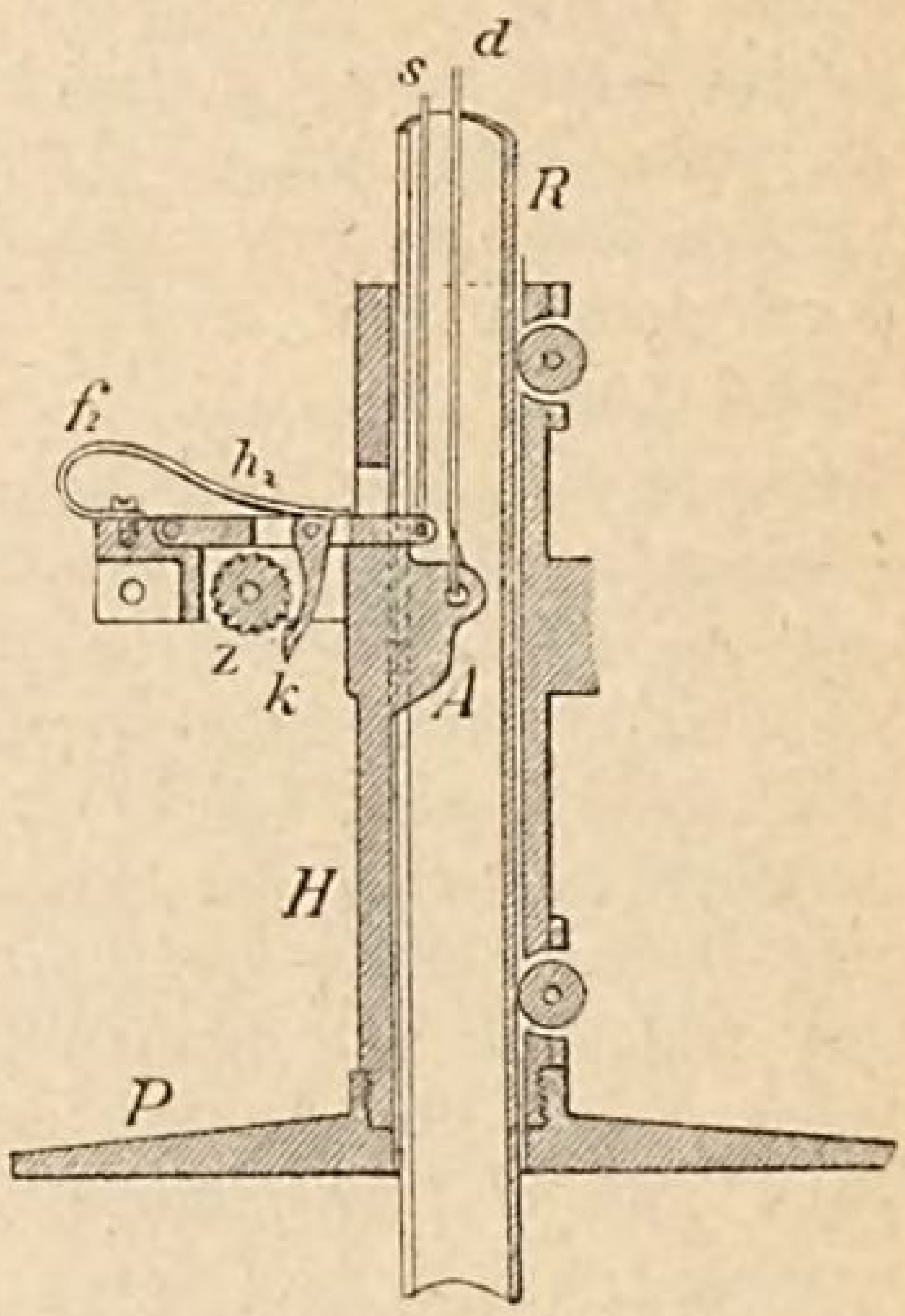


Fig. 5357.



Harlachers hydrometrischer Flügel.

In den Fig. 5356 bis 5359 ist ein hydrometrischer Flügel dargestellt, bei welchem die Zählung der Umdrehungen auf die früher beschriebene Weise mittelst Zählrädchen vorgenommen wird. Das dargestellte Instrument ist von dem Unterzeichneten nach Angaben des Erfinders construirt.

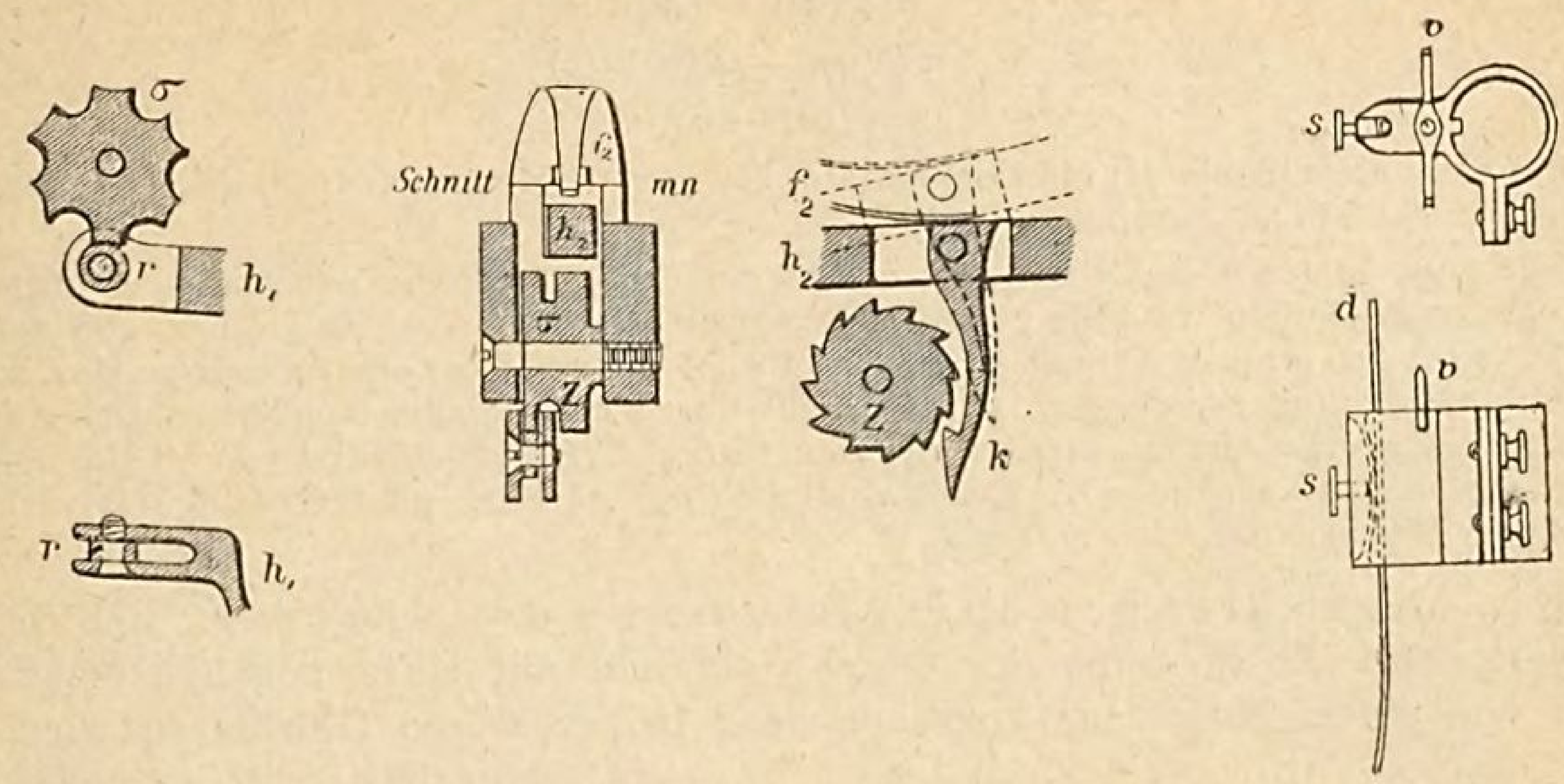
Durch einen Zug an der Schnur *s* wird das Zahnrädchen *Z* abwechselnd in und ausser Eingriff mit der Schnecke der Flügelachse gesetzt. Dies wird durch folgende Einrichtung ermöglicht. Das Zahnrädchen ist in einem zweiarmigen Hebel h_1 gelagert, welcher in *0* seinen Drehpunkt hat und dessen rückwärtiger umgebogener Arm vermittelst der Feder f_1 gegen das Sternrädchen σ gedrückt wird. Die Schnur *s* Fig. 5357 ist am Hebel h_2 befestigt, dessen Ende durch einen Zug an der ersteren gehoben wird. Beim Nachlassen der Schnur wird dieser Hebel durch eine Feder f_2 wieder herabgedrückt. Hiedurch dreht sich das Zahnrädchen *z*, welches zwölf Zähne besitzt, um einen Zahn weiter, u. zw. vermittelst eines am Hebel h_2 befestigten Hakens *k*, gegen welchen ebenfalls die Feder f_2 drückt. Mit *z* ist das Sternrädchen σ fest verbunden und es wird demnach bei jedem Zuge an der Schnur das am rückwärtigen Theile des zweiarmigen Hebels h_1 befindliche Röllchen *r* durch die Feder f_1 abwechselnd einmal gegen die Oberfläche eines Zahnes, das zweitemal gegen eine Zahnlücke des Sternrädchens gepresst. Im ersten Falle ist das Zählwerk eingerückt, im zweiten Falle ausgerückt. Ausser dem mit der Schnecke in Eingriff kommenden Zahnrad, welches bei hundert Flügelumdrehungen einen Umlauf macht, ist noch, wie beim früher beschriebenen Instrumente, ein zweites Rad angebracht, welches zehnmal langsamer als das erstere läuft, so dass mittelst desselben die Zählung von tausend Flügelumdrehungen ermöglicht wird.

Die Schnur *s*, welche zum Aus- und Einrücken des Zählwerkes dient, geht über eine Rolle, welche auf der Achse derjenigen Rolle, über welche das Aufhängeseilchen läuft, lose aufgesetzt ist, und hängt aussen, durch ein kleines Gewichtchen gespannt, frei herunter.

Zur Messung der Tiefe der Flügelachse unter dem Wasserspiegel kann man sich zweier verschiedener Einrichtungen bedienen. Bei der einfacheren wird von einer in Fig. 5359 abgebildeten Klemme Gebrauch gemacht, welche mittelst Schrauben in bequemer Höhe an das Rohr angepresst wird. Mittelst dieser Klemme wird das Aufhängeseilchen *d* durch Anziehen der Schraube *s* festgehalten. Das Seilchen ist bei dieser Einrichtung von Decimeter zu Decimeter mit Eintheilungszeichen versehen, unter Hervorhebung der ganzen und halben Meter. Bei Beginn der Geschwindigkeitsmessung in einer Verticallinie wird der Flügelapparat vorerst derart eingestellt, dass die Flügelachse im Wasserspiegel liegt, und die Klemme an der Stange bei einem ganzen oder halben Meterzeichen des Aufhängeseilchens befestigt. An der Klemme ist ein Visir *v* angebracht, welches normal zur Flügelachse steht und in die Richtung des Querprofils

eingestellt wird, da es zur genauen Messung der Abflussmenge nothwendig ist, die Geschwindigkeit normal zum Querprofil zu bestimmen.

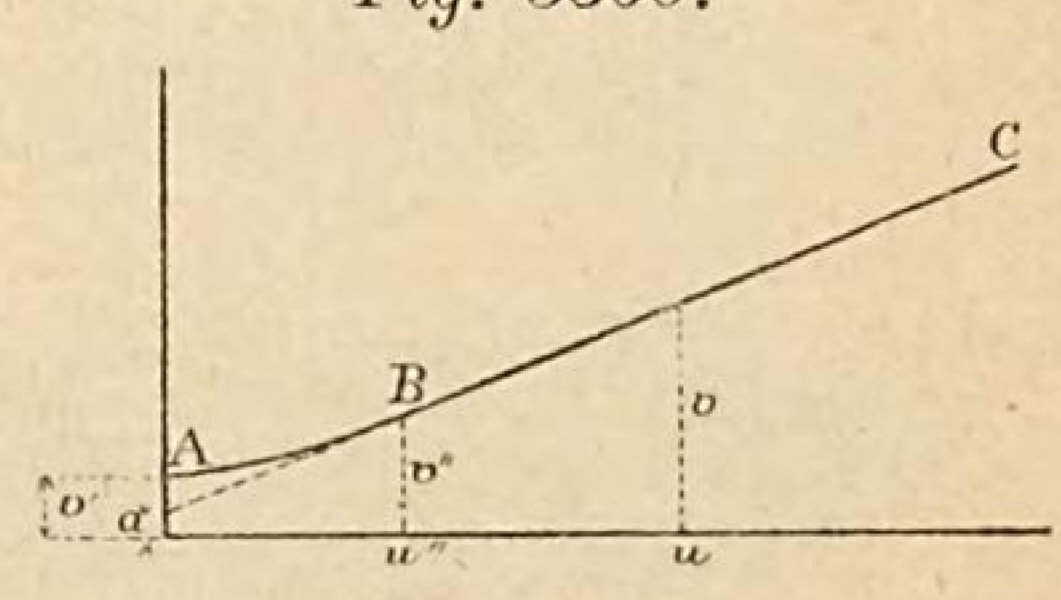
Fig. 5358. *Fig. 5359.*



Bei der zweiten Anordnung wird zur Tiefenmessung eine Trommel, welche schraubenförmige Rillen besitzt und auf welcher das Aufhängeseilchen aufgewickelt ist, angewendet. Am Gestelle der Trommel ist ein mit Centimeter-Theilung versehenes Zifferblatt angebracht, an welchem die Tiefe der Flügelachse unter dem Wasserspiegel abgelesen werden kann.

Die Tarirung der Flügel. Um die Geschwindigkeit des Wassers aus der Umdrehungszahl der Flügelschaufeln berechnen zu können, muss der Werth der Flügelumdrehung ermittelt werden, d. h. es ist die Länge des Wassercylinders zu bestimmen, bei dessen Vorbeifliessen die Flügelschaufeln einen Umlauf machen. Hiezu kann man von zwei verschiedenen Methoden Anwendung machen. Das Instrument kann entweder in fliessendem Wasser an einer Stelle festgehalten werden, an welcher die Geschwindigkeit genau bekannt ist, oder es ist das Instrument mit bekannter, gleichförmiger Geschwindigkeit durch ruhendes Wasser zu bewegen, in einfacher Weise mit Hilfe eines Kahnes. Das letztere Verfahren ist vorzuziehen. Anfang und Ende der zu durchfahrenden Wegstrecke werden durch je zwei Visirstäbe bezeichnet. Es ist nothwendig, die Untersuchungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten vorzunehmen, weil der Werth einer Flügelumdrehung nicht immer der gleiche ist, indem bei wachsender Geschwindigkeit der für eine Umdrehung erforderliche Weg etwas abnimmt, insbesondere bei ebenen Flügelschaufeln. Hätte sich beim Durchfahren eines Weges l die Umdrehungszahl U während der Zeit τ ergeben, so ist die Zahl der Umdrehungen des Flügels pro Secunde $u = \frac{U}{\tau}$ und die Geschwindigkeit $v = \frac{l}{\tau}$.

Fig. 5360.



Würde das Flügelrad beim Durchfahren einer und derselben Strecke bei verschiedenen Geschwindigkeiten stets dieselbe Anzahl Umdrehungen machen, also nach Zurücklegung eines Weges b eine Umdrehung vollendet sein, so wäre die Flügelgleichung

$$v = b u.$$

Zumeist ist jedoch die Beziehung zwischen v und u durch eine, auf der Ordinatenachse die kleine Grösse a abschneidende Gerade BC (Fig. 5360) bestimmt, so dass die Flügelgleichung lauten wird:

$$v = a + b u.$$

Die Constanten a und b können auf graphischem Wege gefunden werden, indem man die beobachteten u als Abscissen, die v als Ordinaten aufträgt und nach den so erhaltenen Punkten eine vermittelnde Gerade einlegt; oder es können die Constanten nach der Methode

der kleinsten Quadrate berechnet werden. Hat man n-Versuche bei den Geschwindigkeiten $v_1, v_2, v_3 \ldots v_n$ vorgenommen und wären die bezüglichen Umdrehungszahlen $u_1, u_2, u_3 \ldots u_n$, so ist:

$$a = \frac{\Sigma(u^2)\,\Sigma(v) - \Sigma(u)\,\Sigma(u\,v)}{n\,\Sigma(u^2) - [\Sigma(u)]^2},$$

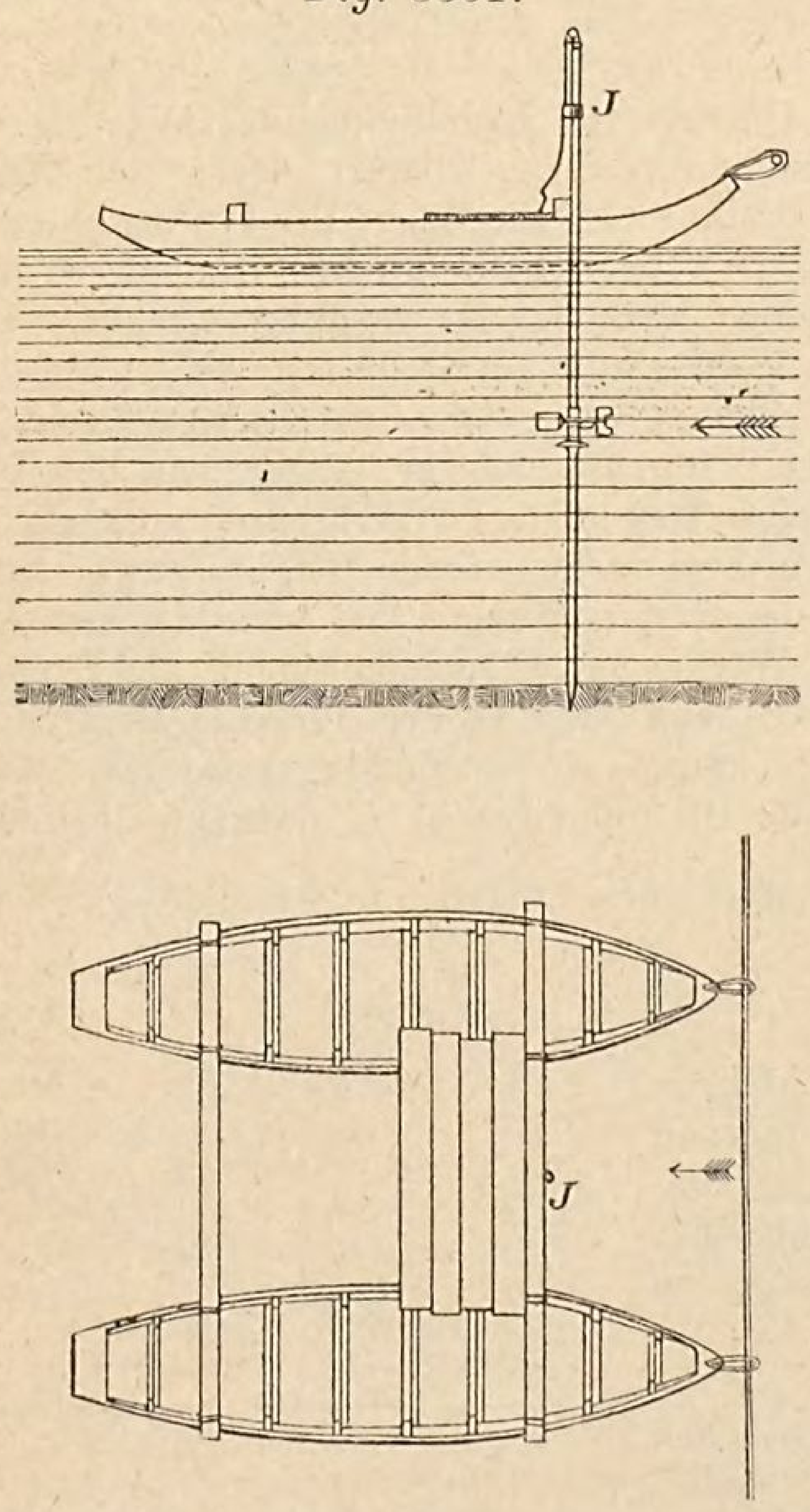
$$b = \frac{n\,\Sigma(u\,v) - \Sigma(u)\,\Sigma(v)}{n\,\Sigma(u^2) - [\Sigma(u)]^2}.$$

Bei Schraubenflügeln ist die Constante b fast genau gleich der Ganghöhe der Schraube, nach welcher die Flügel gekrümmt sind.

Für ganz kleine Geschwindigkeiten gibt die Flügelgleichung zu geringe Werthe, weil sich die Flügelschaufeln in Folge des Reibungswiderstandes erst bei einer gewissen Geschwindigkeit v' zu drehen anfangen werden. Es ist daher bis zu einer gewissen Umdrehungszahl u'' die Beziehung zwischen v und u nicht durch die Gerade, sondern durch eine nach den Beobachtungsergebnissen einzuzeichnenden Curve $A\,B$ gegeben. Erst von u'' Umdrehungen pro Sec. angefangen, wird man die Geschwindigkeit mit ausreichender Genauigkeit vermittelst der Geraden $B\,C$ erhalten.

Die Vorkehrungen zur Ausführung der Messung. Bei kleineren Gewässern wird die Messung der Geschwindigkeit mit Hilfe des hydrometrischen Flügels von einem Stege aus vorgenommen; bei grösseren Gewässern wird hiezu ein festgestelltes Fahrzeug benützt. Im letzteren Falle bedient man sich mit Vortheil einer nach Fig. 5361 aus zwei Kähnen gebildeten Construction. Dieselben werden durch Kuppelungsbalken mit einander verbunden, so zwar, dass sich zwischen den Bordwänden ein genügend weiter Raum ergibt, welcher zum Theil eingedeckt wird und als Operationsboden dient. Das Instrument J wird von der Mitte der Decke in's Wasser eingebracht. Zum Festhalten der Kähne an einem bestimmten Punkte dient am besten eine über das Gewässer gespannte Leine. Bei bedeutender Flussbreite ist es nothwendig, die Leine durch untergestellte Kähne zu stützen. Behufs Ermittelung des Standpunktes des Flügels wird die Leine mit Eintheilungszeichen, unter Hervorhebung jedes zehnten Meters, versehen. Manchmal, wie bei heftiger Strömung oder reger Schiffahrt, ist es nicht thunlich, eine Leine über das Gewässer zu führen, und es muss sodann das Fahrzeug durch Verankerung festgestellt und der Standpunkt des Flügels mit Hilfe eines Winkelmessinstrumentes oder eines Distanzmessers bestimmt werden.

Fig. 5361.



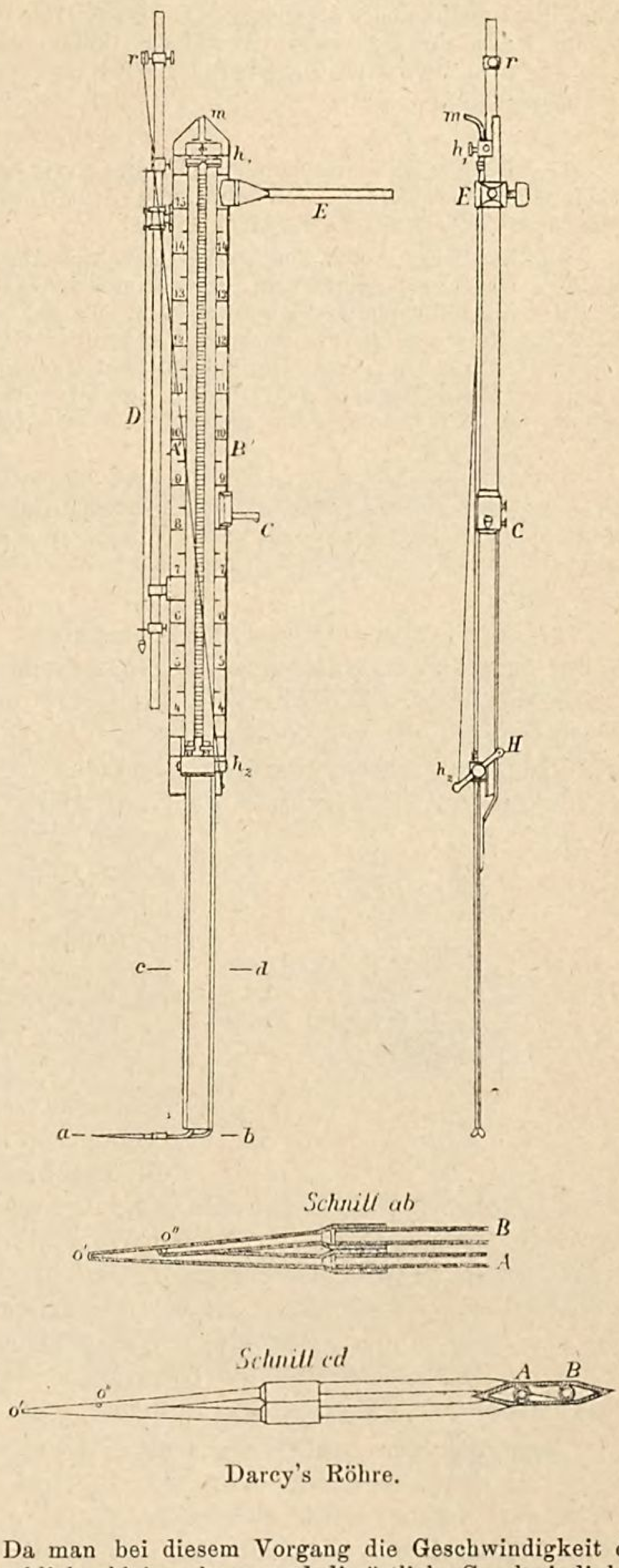
2. Die Darcy'sche Röhre. Dieses Instrument ist aus der Pitot'schen Röhre hervorgegangen, welche in ihrer ursprünglichen Form aus zwei an beiden Enden offenen Glasröhren besteht. Das eine Rohr ist jedoch am unteren Ende rechtwinklig umgebogen und läuft in eine trichterförmige Spitze aus. Richtet man in fliessendem Wasser diese Spitze gegen die Strömung, so wird im um-

gebogenen Rohr das Wasser um eine der Geschwindigkeit proportionale Grösse höher stehen, als im geraden Rohre, in welchem sich das Wasser unter Einwirkung des hydrostatischen Druckes einstellt. Aus dem Höhenunterschiede der Wasserspiegel kann nun die Geschwindigkeit des gegen die Oeffnung fliessenden Wassers berechnet werden.

Bei der Anwendung dieses Instrumentes entfällt jede Zeitmessung.

Die von Darcy an der Pitot'schen Röhre vorgenommenen Verbesserungen bestehen hauptsächlich darin, dass er die Schwankungen des Wasserspiegels in den Röhren, welche durch die namentlich in natürlichen Gewässern auftretende stossweise Bewegung des Wassers hervorgerufen werden, beseitigte und es ermöglichte, durch Anbringung eines Saugwerkes den Wasserspiegel in eine für das Ablesen bequeme Höhe zu heben.

Fig. 5362.



Darcy's Röhre.

Die Darcy'sche Röhre, Fig. 5362, besteht aus zwei unten umgebogenen kupfernen Röhren *A* und *B*, welche durch zwei luftdicht an dieselben gekitteten Glasröhren *A'* und *B'* verlängert sind. Letztere stehen oben durch einen Canal mit einander in Verbindung. Vermittelst einer im umgebogenen Schenkel der Röhre *A* vorne angebrachten kleinen Oeffnung *o'* wird bewirkt, dass die Wassersäule in dieser Röhre unter Einwirkung des Wasserstosses steht, während sich das Wasser in der Röhre *B* durch eine, in dem umgebogenen Schenkel oben angebrachte Oeffnung *o''* bloss dem hydrostatischen Drucke entsprechend einstellt. Um nun bei unveränderter Stellung des ganzen Instrumentes die Wasserspiegel in eine für das Ablesen bequeme Höhe zu heben, werden die Hähne h_1 (oben) und h_2 (unten) geöffnet. Letzterer wird vermittelst eines Hebels *H* durch eine über die Rolle *r* laufende Schnur gedreht. Hierauf wird durch ein Mundstück *m* die Luft so lange ausgesaugt, bis die Wassersäulen auf die gewünschte Höhe emporgestiegen sind. Nun wird der Hahn h_1 (oben), alsdann auch h_2 (unten) geschlossen. Die Schliessung des letzteren ist nothwendig zur Vornahme der Ablesung, um ruhige Wasserspiegel zu erhalten. Da man bei diesem Vorgang die Geschwindigkeit des Wassers nur für einen bestimmten Augenblick ableiten kann und die örtliche Geschwindigkeit an einem bestimmten Punkte erfahrungsgemäss grossen Schwankungen, namentlich in natürlichen Gewässern unterliegt, so ist es nothwendig, eine grössere Anzahl von Ablesungen bei einer und derselben Instrumentenstellung vorzunehmen, um ein richtiges Mittel der in einem Beobachtungspunkte stattfindenden Geschwindigkeit zu erhalten. Behufs Vornahme der weiteren

Ablesungen wird der Hahn h_2 (unten) auf kurze Zeit geöffnet und sodann wieder geschlossen. Bei einiger Uebung wird man es dahin bringen, während einer Beobachtungsdauer von 10 Minuten etwa 30 Ablesungen vornehmen zu können. Es ist zu bemerken, dass die Wassersäulen in den verschiedenen Messungspunkten auf eine gleiche Höhe angesaugt werden müssen, damit die Luftverdünnung bei allen Beobachtungen dieselbe bleibt.

Um ein bequemes Handhaben des Instrumentes zu ermöglichen, ist ein zum Verstellen eingerichteter und mit einer Spitze versehener Arm C angebracht, welcher auf den Operationsboden (Schiffspodium oder Messungssteg) aufzusetzen ist; ferner dient hiezu eine Eisenstange D und eine Handhabe E; erstere ist mit der linken, letztere mit der rechten Hand zu halten.

Aus dem Höhenunterschiede h der Wassersäulen ergibt sich die demselben entsprechende Geschwindigkeit

$$v = \mu \sqrt{2 g h}$$

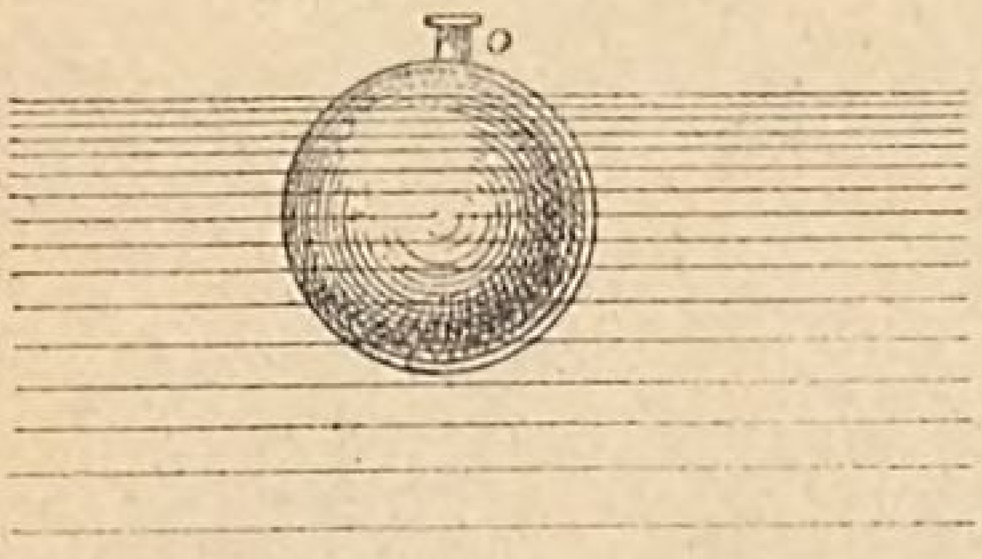
Der Coëfficient μ, welcher der Theorie nach der Einheit gleich sein soll, ist in Wirklichkeit ein wenig kleiner, weil ein Theil der Geschwindigkeitshöhe zur Ueberwindung der vorhandenen Widerstände aufgebraucht wird.

Zur Bestimmung des Coeff. μ bediente sich Darcy dreier von einander abweichender Methoden. Die eine besteht darin, dass in einem Wasserlaufe die Oberflächengeschwindigkeit mit Hilfe von Schwimmern gemessen und hierauf mit der Röhre die Werthe h ermittelt werden; weiters zog er die Röhre mit bekannter Geschwindigkeit durch ruhendes Wasser; schliesslich wurde in einem Gerinne, dessen Querschnitt und Wassermenge genau ermittelt wurden, an vielen Punkten des Durchflussprofiles die Höhendifferenz der Wassersäulen beobachtet, das Mittel derselben gezogen und mit Hilfe der mittleren Geschwindigkeit im Profile μ berechnet.

Die Darcy'sche Röhre ist nur bei geringen Wassertiefen verwendbar und für praktische Zwecke weniger zu empfehlen als der hydrometrische Flügel. Wohl aber ist dieselbe für wissenschaftliche Untersuchungen vom Werthe, weil mit derselben wie bei keinem anderen Instrumente die Geschwindigkeit sehr nahe am Wasserspiegel und an der Sohle gemessen werden kann.

3. Der Oberflächenschwimmer. Die Anwendung des Schwimmers gründet sich darauf, dass derselbe genau die Geschwindigkeit des ihn umgebenden Wassers annimmt. Die Form des Körpers, welcher der Wirkung der Strömung überlassen wird, ist von keinem besonderen Einfluss auf das Ergebniss. Es können zur Messung aus Abschnitten von Rundholz bestehende Schwimmer dienen, welche sich in kurzer Zeit in grosser Zahl anfertigen lassen und ihres geringen Werthes wegen nach Passirung der Beobachtungsstrecke nicht aufgefangen zu werden brauchen, oder man kann hiezu am Boden beschwerte Flaschen verwenden. Will man einen besonderen Apparat zur Messung vorrichten, so kann eine Hohlkugel aus Messing- oder Kupferblech von 15—30cm Durchmesser (Fig. 5363) angefertigt werden. Dieselbe ist mit einer durch eine Schraube oder einen Kork verschliessbaren Oeffnung o zu versehen, welche dazu dient, die Beschwerung, bestehend aus Schrott oder Wasser, einzubringen, damit die Kugel zur Abhaltung etwa vorhandener Luftströmungen möglichst wenig aus dem Wasser hervorragt. Uebrigens muss bemerkt werden, dass Schwimmermessungen nur bei windstillem Wetter vorgenommen werden sollen. Zweckmässig ist es, der Kugel einen grell rothen Anstrich zu geben, um sie in der spiegelnden Wasserfläche deutlich wahrnehmen zu können. Bei breiten Gewässern sind die Schwimmer behufs Sichtbarmachung auf grössere Entfernungen mit Fähnchen aus rothem Papier zu versehen.

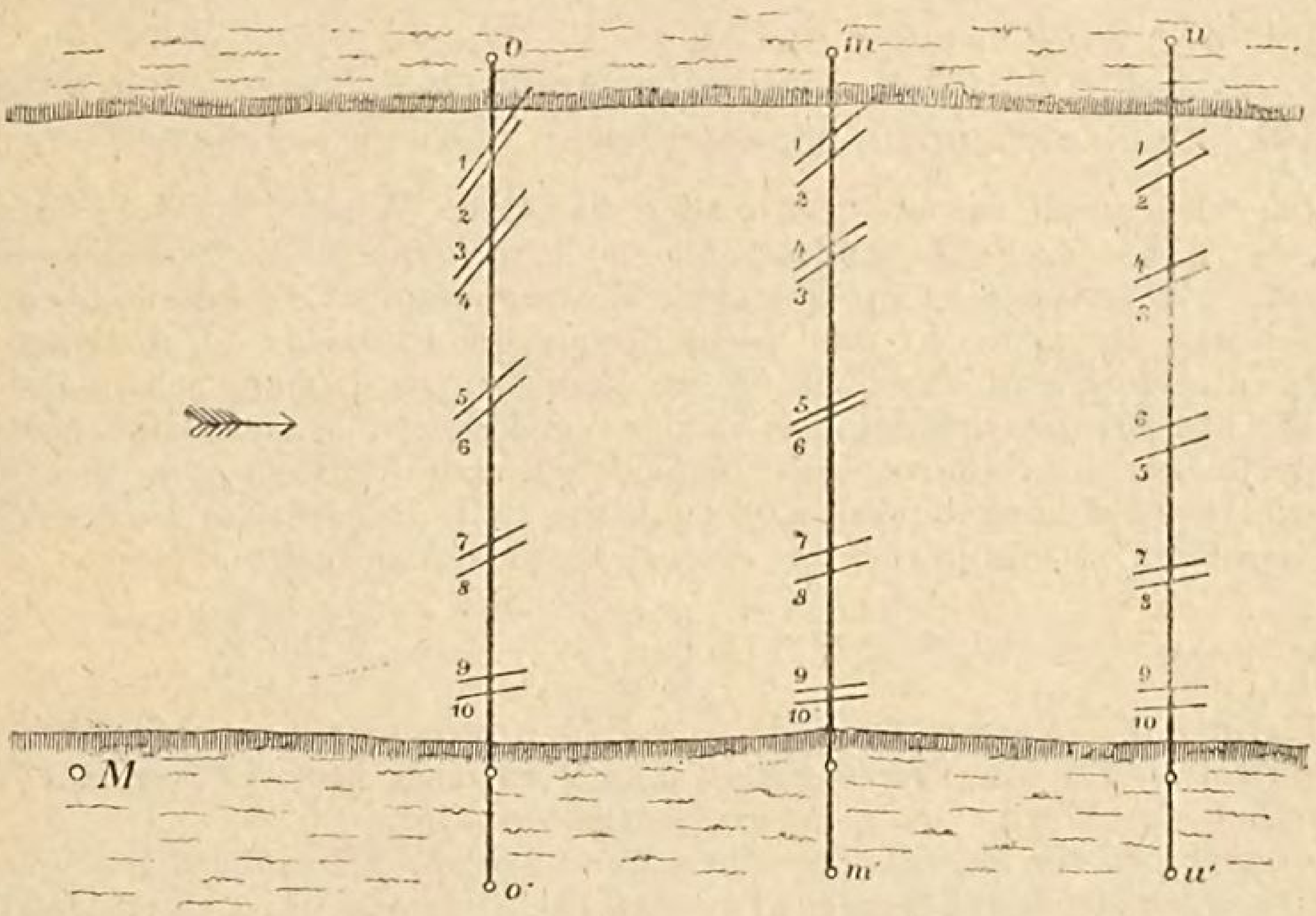
Fig. 5363.



Bezüglich der Ausführung einer Schwimmermessung in einem grösseren Gewässer sei Nachstehendes erwähnt. In einer möglichst geraden Flussstrecke ist vorerst das Messungsprofil mm' (Fig. 5364) normal zur Stromrichtung mit Visirstäben abzustecken. Oberhalb und unterhalb desselben werden in gleichen Abständen zwei weitere Profile oo' und uu' festgelegt, welche die von den Schwimmern zu durchlaufenden Wege begrenzen. Die Länge des Schwimmerweges richtet sich nach der Wassergeschwindigkeit und wird hauptsächlich dadurch bedingt, dass keine zu kurzen Beobachtungszeiten sich ergeben sollen. Bezüglich der Ver-

theilung der Schwimmer, der Breite des Gewässers nach, ist zu bemerken, dass es zweckmässig ist, nicht an zu vielen Punkten die Schwimmer auszusetzen, sondern lieber die Beobachtung der Geschwindigkeit auf wenige Stellen zu beschränken, dafür aber in jeder mehrere Schwimmer laufen zu lassen. Die Schwimmer

Fig. 5364.



werden, falls nicht eine oberhalb der Messungsstelle befindliche Brücke zur Verfügung steht, von einem Kahne aus, u. z. genügend weit oberhalb des Profils *oo'* ins Wasser gesetzt. Behufs Berechnung der Wassermenge ist es nothwendig, die Punkte 1, 2, 3, ... wo die Schwimmer das Messungsprofil passiren, zu bestimmen. Will man überdies noch die Schwimmerwege kennen, so müssen auch die Durchgangspunkte in den beiden äusseren Profilen bestimmt werden. Es ist übrigens immer zweckmässig, die Durchgangspunkte in allen drei Profilen zu bestimmen, da sich nur auf diese Weise ein Urtheil über die Genauigkeit der Schwimmermessung bilden lässt.

Die Bestimmung dieser Punkte geschieht am besten durch Einschneiden mittelst des Messtisches, auf welchen zuvor die Profile eingezeichnet werden. Der Standpunkt des Messtisches M ist entweder ober- oder unterhalb der Beobachtungsstrecke so zu wählen, dass sich keine zu schiefen Schnitte der Visuren mit den Profilen ergeben. Der Beobachter an dem Messtische wird vermittelst eines Signals von dem Durchgange des Schwimmers durch das Messungsprofil in Kenntniss gesetzt und falls die Schwimmer ausserdem in den beiden äusseren Profilen eingeschnitten werden, auch von dem Durchgange durch die beiden letzteren. Ein zweiter Beobachter hat im Augenblicke des Passirens des Schwimmers durch die beiden äusseren Profile die Secundenuhr abzulesen. Von der Schnelligkeit der Strömung wird es abhängen, ob zwei Beobachter auslangen werden, oder ob noch besondere Beobachter zur Erfassung des Schwimmerdurchganges aufgestellt werden müssen.

Braucht ein Schwimmer die Zeit τ, um vom Profil *oo'* nach *uu'* zu gelangen und ist l der Abstand dieser beiden Profile, so ist die mittlere Schwimmergeschwindigkeit $v_0 = \frac{l}{\tau}$. Wie bereits erwähnt wurde, geben die Schwimmer nicht die locale Oberflächengeschwindigkeit im Messungsprofile, sondern nur die mittlere in der durchlaufenen Strecke; indessen wird sich dieselbe der ersteren, wenn keine unregelmässige Strecke für die Messung ausgewählt wurde, mit einer für praktische Zwecke ausreichenden Genauigkeit nähern.

Bei kleinen Gewässern wird sich der Vorgang bei der Ausführung einer Schwimmermessung bedeutend vereinfachen lassen, und dürfte es nicht schwer fallen, in jedem besonderen Falle die zweckmässigsten Vorkehrungen zu treffen.

4. Der Schwimmstab (Cabeo'scher Stab). Diese Vorrichtung, welche zur Messung der mittleren Geschwindigkeit in einer Verticallinie dienen soll, kann aus einer Blechröhre hergestellt werden, welche man durch Füllung mit Schrott so tief zum Einsinken bringt, bis sie nahe an die Sohle reicht; doch muss darauf Bedacht genommen werden, dass die Röhre in der zu durchlaufenden Stromstrecke nirgends an die Sohle anstösst. In einfacher Weise lassen sich auch Schwimmstäbe aus Holzlatten, mit unten angebundenen Steinen beschwert, vorrichten.

Der Stab wird durch das obere schneller fliessende Wasser stärker fortgestossen, als durch das in der Nähe der Sohle langsam fliessende, woraus folgt, dass derselbe nicht lothrecht schwimmt, welche Lage er in ruhendem Wasser annimmt, sondern oben nach stromabwärts geneigt ist. Da man den Stab nicht bis an die Flussohle herabreichen lassen kann, in deren Nähe die geringste Geschwindigkeit herrscht, wird man schon dieses Umstandes halber nicht die mittlere Geschwindigkeit in der Verticallinie, sondern eine grössere erhalten. Francis berechnete einen Corrections-Coefficienten, mit welchem man die vermittelst des Stabes erhaltene Geschwindigkeit multipliciren muss, um die mittlere in der Verticallinie zu erhalten. Dieser Coeff. k ergibt sich aus nachstehendem Ausdrucke:

$$k = 1{\cdot}000 - 0{\cdot}116 \left[\sqrt{\frac{t - t_1}{t}} - 0{\cdot}100\right].$$

Es bedeutet hierin t die Wassertiefe und t_1 die Länge des eingetauchten Theiles des Schwimmstabes. Die Formel ist für alle Masse g'ltig. Uebrigens muss bemerkt werden, dass bei rauher Flussohle hiernach der Werth von k zu gross erhalten wird.

Der Vorgang bei der Ausführung einer Messung mit Schwimmstäben gestaltet sich in ähnlicher Weise wie bei Oberflächenschwimmern. Im Allgemeinen ist einer derartigen Messung nur eine geringe Genauigkeit beizumessen, so dass in jenen Fällen, wo keine genauen Instrumente zur Messung der Geschwindigkeit in der Tiefe zur Verfügung stehen, es vorzuziehen ist, blos die Wasserspiegelgeschwindigkeiten mittelst Schwimmern zu messen und hieraus die mittlere Geschwindigkeit in der Verticallinie in der weiter unten angegebenen Weise zu berechnen.

Die Aufnahme der Querprofile. Bei Gewässern von geringer Breite stellt man zur Profilaufnahme einen kleinen Steg her; bei grösseren Gewässern wird am zweckmässigsten für die Messung der Breiten von einer von Ufer zu Ufer geführten und mit Eintheilungszeichen versehenen Leine Gebrauch gemacht, an welche ein Kahn geheftet wird. Je nach der Anspannung der Leine wird eine grössere oder geringere Ausdehnung derselben eintreten, welche in jedem Falle in Berücksichtigung gezogen werden muss. Zur Messung der Tiefen bedient man sich einer eingetheilten Stange, der sogenannten Peilstange, welche an ihrem unteren Ende einen eisernen Schuh erhält, um bei schlammigem Grunde nicht in den Boden einzudringen. Bei grösserer Strömung muss die Peilstange von stromaufwärts in's Wasser gebracht werden, damit sie beim Nehmen der Sonde durch die Strömung von selbst in die lothrechte Lage gebracht wird.

Umständlich ist die Aufnahme des Querprofils, wenn keine Leine über das Gewässer gespannt werden kann, und es ist in einem solchen Falle die Lage der Punkte, in welchen die Tiefen gemessen werden, mittelst eines Winkelmessinstrumentes oder Distanzmessers zu bestimmen.

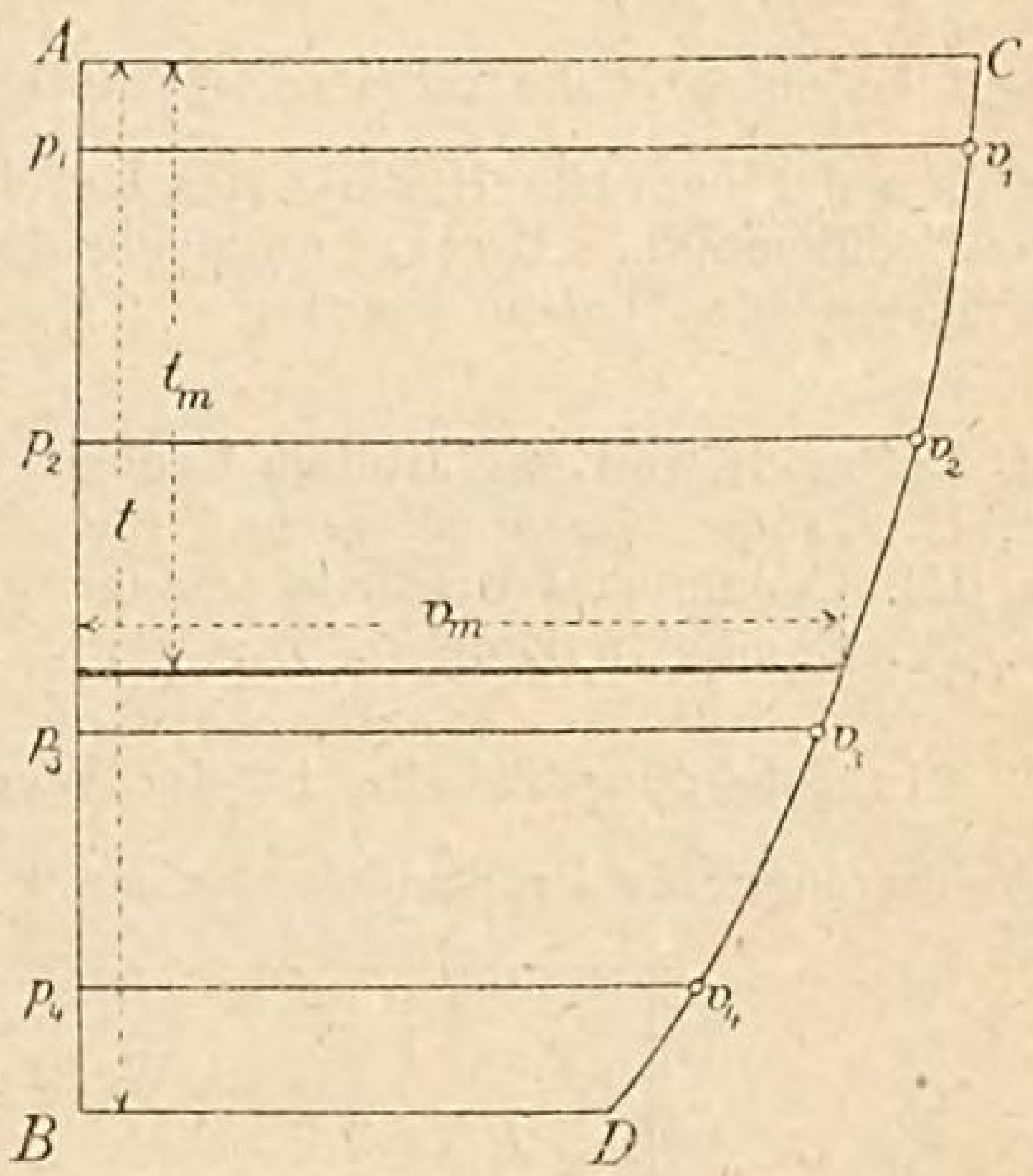
Beim Auftragen des Querprofiles werden gewöhnlich zur Erhöhung der Uebersichtlichkeit die Tiefen in einem grösseren Masstabe als die Breiten eingezeichnet; denn die Tiefe eines natürlichen Gewässers ist im Verhältniss zur Breite in der Regel gering.

Die Messungsmethoden. Unter Voraussetzung einer und derselben Geschwindigkeit an allen Stellen eines Durchflussprofiles müsste dieselbe, damit die abfliessende Wassermenge die gleiche bleibt, einen ganz bestimmten Werth besitzen, welchen man mittlere Geschwindigkeit (v) nennt. Es ist demnach, wenn Q die sec. Wassermenge und F die Fläche des Durchflussprofiles ist

$$v = \frac{Q}{F}.$$

Wäre bekannt, an welchen Stellen eines Querprofils die örtliche Geschwindigkeit gleich der mittleren im ganzen Profile ist, so würde sich die Geschwindigkeitsmessung zum Zwecke der Ermittlung der Wassermenge sehr vereinfachen. Da ersteres jedoch nicht der Fall ist, muss man, um die Wassermenge genau berechnen zu können, die Geschwindigkeit mit Hilfe des hydrometrischen Flügels oder der Darcyschen Röhre an hinreichend vielen, über das ganze Querprofil vertheilten Punkten ermitteln. Hiebei wird in der Weise vorgegangen, dass in einzelnen Verticallinien die Geschwindigkeit je in mehreren zwischen dem Wasserspiegel und der Sohle vertheilten Punkten gemessen wird. Für eine angenäherte Bestimmung der Wassermenge genügt indessen die Messung der Wasserspiegelgeschwindigkeit, welche verhältnissmässig leicht und ohne viele Vorkehrungen mittelst Oberflächenschwimmern ermittelt werden kann.

Fig. 5365.



Trägt man die in einer Verticallinie gemessenen Geschwindigkeiten v_1, v_2, v_3 in den bezüglichen Tiefenpunkten p_1, p_2, p_3 als Ordinaten auf, so wird durch die so erhaltenen Punkte einer Curve CD (Fig. 5365) bestimmt, welche man Verticalgeschwindigkeitscurve nennt. Mit Hilfe derselben ergibt sich leicht die mittlere Geschwindigkeit v_m in der Verticalen. Bezeichnet man die Fläche $ABDC$ mit f und die Tiefe AB mit t, so ist $v_m = \frac{f}{t}$.

Die Form der Verticalgeschwindigkeitscurve ist vielfach in Untersuchung gezogen worden. Humphreys und Abbot wollten gefunden haben, dass diese Curve eine gemeine Parabel mit horizontaler, unter dem Wasserspiegel liegender Achse ist, so dass der Ort der Maximalgeschwindigkeit nicht an der Oberfläche, sondern unter derselben liegt. In natürlichen Gewässern ist jedoch die Geschwindigkeit zumeist am Wasserspiegel am grössten; nur in der Nähe steiler Ufer rückt der Ort der Maximalgeschwindigkeit in die Tiefe.

Unter Annahme einer gemeinen Parabel, deren Achse mit dem Wasserspiegel zusammenfällt, ergibt sich die Tiefe t_m der mittleren Geschwindigkeit unter der Oberfläche gleich 0·577 t.

Bazin untersuchte die Form der Curve in künstlichen Canälen mit kleinen Wassertiefen. Es zeigte sich, dass bei rectangulären Canälen gegen die Mitte zu die grösste Geschwindigkeit in der Verticallinie nahe der Oberfläche sich befindet, in der Nähe der Wände jedoch beträchtlich unter den Wasserspiegel rückt. Bazin wollte für rectanguläre Canäle gefunden haben, dass in dem Falle, wenn die Geschwindigkeit am Wasserspiegel am grössten ist, die Curve hinreichend genau durch eine gewöhnliche Parabel mit horizontaler Achse dargestellt wird. Bei halbkreisförmigem Gerinne soll sich die Curve durch eine kubische Parabel wiedergeben lassen. Im Gegensatze hiezu will Hagen gefunden haben, dass sich eine Parabel höherer Ordnung mit verticaler Achse besser der wahren Gestalt der Verticalgeschwindigkeitscurve anschliesst. In Wirklichkeit lässt sich jedoch in natürlichen Gewässern die Curve nicht durch eine einfache Gleichung wiedergeben, da die Unregelmässigkeiten der Sohle bedeutende Aenderungen in der Form derselben hervorzubringen vermögen.

Für praktische Zwecke ist übrigens die Form der Curve nebensächlich; wohl aber ist die Kenntniss der Beziehung zwischen der Wasserspiegelgeschwindigkeit v_0 und der mittleren Geschwindigkeit v_m in der Verticallinie von Werth, um die Wassermenge berechnen zu können, wenn blos die Wasserspiegelgeschwindigkeiten ermittelt wurden. Im Mittel ist nun sowohl bei kleineren Gewässern als auch bei Flüssen mittlerer Grösse $v_m = 0·85\ v_0$ anzunehmen. Die Beschaffenheit der Sohle übt keinen besonderen Einfluss auf die Beziehung zwischen den beiden Geschwindigkeiten aus, so dass man bei Sand ebensogut wie bei grobem Geschiebe der Berechnung die angegebene Verhältnisszahl zu Grunde legen kann.

Eine annäherungsweise Bestimmung der Wassermenge würde sich sehr einfach gestalten, wenn die mittlere Profilgeschwindigkeit v aus der Maximalgeschwindigkeit V im Profile, welche mit der grössten Oberflächengeschwindigkeit entweder identisch ist, oder von derselben nur wenig abweicht, abgeleitet werden könnte. Für natürliche Gewässer ist es zwar nicht möglich, eine einigermassen richtige Beziehung zwischen diesen beiden Grössen aufzufinden, wohl aber für künstliche Canäle. Bazin fand für letztere aus sorgfältigen Messungen, dass das Ver-

hältniss $\frac{v}{V}$ abhängig ist von der Rauheit des Bettes und den Dimensionen des Canales; der Einfluss der Profilform wurde von ihm nicht in Berücksichtigung gezogen. Er stellte für das fragliche Verhältniss nachstehende Formel auf:

$$\frac{v}{V} = \frac{1}{1 + 14\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{R}}}$$

Hierin bedeutet R die mittlere hydraulische Tiefe (Profilradius) gleich $\frac{F}{p}$ (F ist die Durchflussfläche, p der benetzte Umfang des Durchflussprofiles); α und β sind die sogenannten Rauhigkeits-Coëfficienten. Bazin unterscheidet vier Kategorien von Rauheiten, für welche α und β nachstehende Werthe besitzen:

	α	β
Kat. I. Canäle von geglättetem Cement und sorgfältig gehobeltem Holz	0·00015	0·0000045
Kat. II. Canäle von Quader- und Backsteinmauerwerk, Brettern . . .	0·00019	0·0000133
Kat. III. Canäle von Bruchsteinmauerwerk	0·00024	0·0000600
Kat. IV. Canäle in Erde .	0·00028	0·0003500

In folgender Tabelle ist der Werth des Verhältnisses $\frac{v}{V}$ bei den verschiedenen Rauhigkeitsgraden für Profilradien bis zu 2 m angegeben.

R	Werthe von $\frac{v}{V}$ für die Kategorien			
	I	II	III	IV
0·10	0·836	0·799	0·711	0·537
0·20	0·845	0·817	0·754	0·613
0·30	0·848	0·824	0·773	0·653
0·40	0·849	0·827	0·783	0·678
0·50	0·850	0·829	0·790	0·695
0·60	0·851	0·831	0·795	0·709
0·70	0·851	0·832	0·798	0·719
0·80	0·851	0·832	0·801	0·727
0·90	0·852	0·833	0·803	0·734
1·00	0·852	0·834	0·805	0·740
1·20	0·852	0.834	0·807	0·749
1·40	0·852	0·835	0·809	0·756
1·60	0·852	0·835	0·811	0·762
1·80	0·853	0·836	0·812	0·766
2·00	0·853	0·836	0·813	0·770

Die Berechnung der Wassermenge. In Folge der ungleichen Geschwindigkeit an den verschiedenen Stellen eines Querprofils befinden sich alle in einem bestimmten Augenblicke in demselben liegenden Wassertheilchen nach Verlauf einer Secunde nicht mehr in einer Ebene, sondern der geometrische Ort derselben ist durch eine krumme Fläche bestimmt. Werden in einem Querprofile die Geschwindigkeiten an den zugehörigen Stellen als Ordinaten aufgetragen, so liegen die so erhaltenen Endpunkte auf dieser krummen Fläche. Von derselben und von der Ebene des Querprofils wird ein Körper begrenzt, dessen Inhalt der pro Secunde abfliessenden Wassermenge gleich ist.

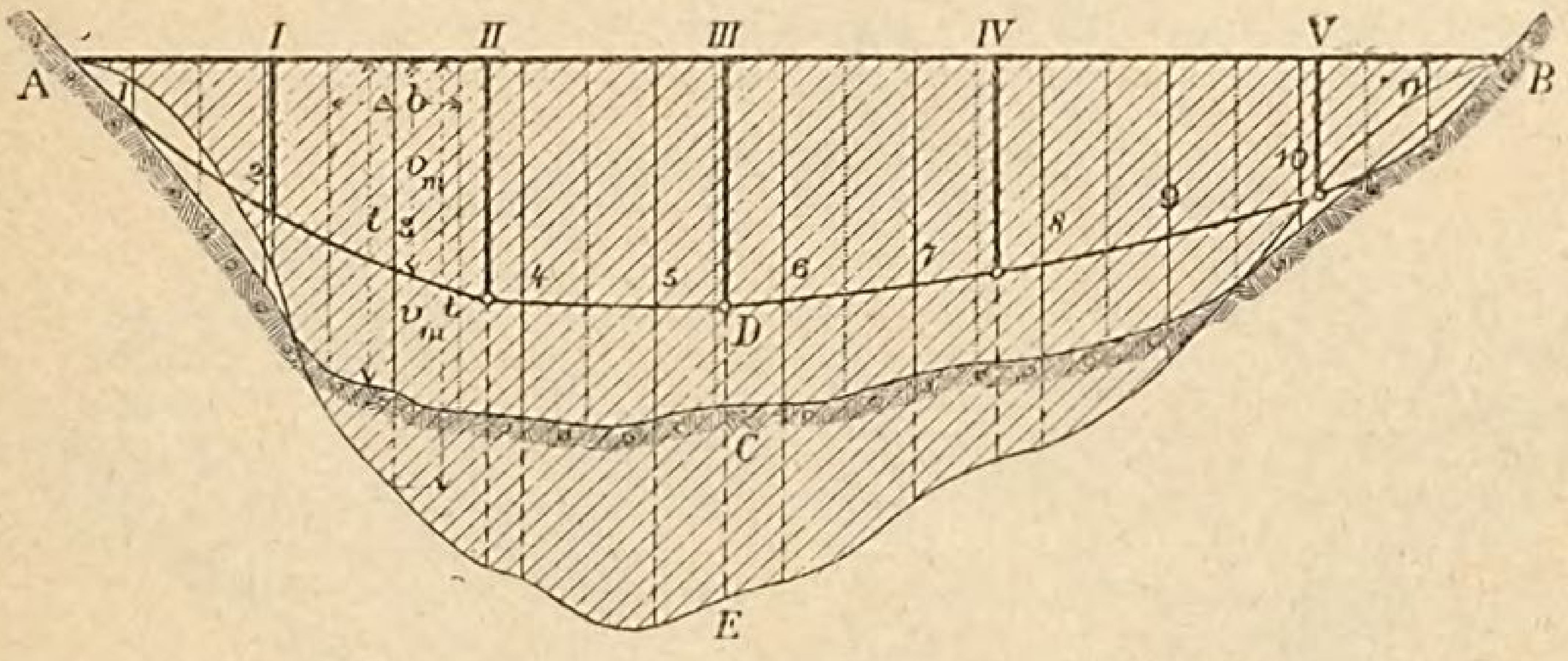
Die Berechnung des Volumens dieses Körpers kann in verschiedener Weise erfolgen. Denkt man sich denselben durch zwei einander sehr nahe liegenden, normal auf dem Querprofile stehenden Verticalebenen geschnitten, so wird der Inhalt des von denselben begrenzten Körperausschnittes erhalten, wenn die mittlere Geschwindigkeit im Verticalstreifen mit der Wassertiefe in demselben multiplicirt wird. Die Berechnung der Wassermenge kann demnach folgendermassen vorgenommen werden. Die in den einzelnen Verticallinien I, II, III, ... Fig. 5366, ermittelten mittleren Geschwindigkeiten v_m sind an den betreffenden Stellen des Wasserspiegels als Ordinaten aufzutragen und durch die derart erhaltenen Punkte eine stetig gekrümmte Curve (ADB) von Ufer zu Ufer zu legen. Wird nun das Querprofil (ACB) durch (in der Figur punktirte) Verticallinien in einzelne Lamellen 1, 2, 3 . . . von gleicher Breite $\triangle b$ getheilt und wären die Tiefen in den Mittellinien der Lamellen t', t'', t''', . . .,

die zugehörigen, der Curve ADB entnommenen mitteren Geschwindigkeiten v_m', v_m'', v_m'''..., so ergibt sich die sec. Wassermenge

$$Q = \triangle b\ (v_m' t' + v_m'' t'' + v_m''' t''' + \ldots .).$$

Nach dem gleichen Verfahren kann die Berechnung der Wassermenge auch auf graphischem Wege erfolgen. Werden die einzelnen Producte $v_m t$ in den zugehörigen Punkten als Ordinaten aufgetragen und durch die Endpunkte eine Curve (AEB) gelegt, so wird von derselben und der Linie des Wasserspiegels eine in Fig. 5366 durch Schraffirung hervorgehobene Fläche begrenzt, welche, mit dem Werthe der Quadrateinheit multiplicirt, die pro Secunde abfliessende Wassermenge ergibt. Wäre beispielsweise der Breitenmassstab 1 : 500,

Fig. 5366.



und hätte man die Producte $v_m\ t$, welche Flächen darstellen, im Masstabe von 1□m = 1cm aufgetragen, so würde der Werth eines □cm auf der Zeichnung 5cbm betragen. Die Ermittlung der Wassermenge erfolgt demnach bei diesem Verfahren in gleicher Weise, wie die graphische Bestimmung des Volumens eines Einschnitts- oder Dammkörpers mittelst des sogenannten Flächennivellements.

Selbstverständlich brauchen bei dem graphischen Verfahren die einzelnen Verticallinien, für welche die Berechnung der Producte $v_m t$ vorgenommen wird, nicht in gleichen Abständen von einander gelegt zu werden; vielmehr wird man sich hiebei nach der Sohlengestaltung zu richten haben. In den Verticallinien, in denen die Messung der Geschwindigkeit stattfand, ergeben sich übrigens Punkte der Curve AEB durch Auftragen der von den Verticalgeschwindigkeitscurven begrenzten Flächen f, welche man ohnedies für die Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit berechnen muss.

Sind blos die Wasserspiegelgeschwindigkeiten v_0 ermittelt worden, so hat man statt der Curve der mittleren Geschwindigkeiten v_m jene der v_0 einzuzeichnen, sonst jedoch behufs Berechnung der Wassermenge nach dem soeben beschriebenen Verfahren vorzugehen. Das Schlussergebniss ist sodann mit dem früher angegebenen Verhältnisse $\frac{v_m}{v_0} = 0{\cdot}85$ zu multipliciren.

Bei dem von Culmann angegebenen Verfahren zur Berechnung der Wassermenge werden die Curven gleicher Geschwindigkeit oder Isotacheen benützt. Dieselben werden erhalten, wenn der die Wassermenge gebende unregelmässige Körper durch zum Querprofile parallele Ebenen geschnitten wird. Aus der beigefügten Zeichnung (Fig. 5367) geht ohne weiters hervor, wie die in das Querprofil ACB eingezeichneten Isotacheen, welche gleiche Abstände $\triangle v$ von einander besitzen, construirt wurden. In diesen Abständen $\triangle v$ sind in den durch die Verticalgeschwindigkeitscurven bestimmten Flächen Lothrechte gelegt und die Schnittpunkte derselben mit den Curven in das Querprofil übertragen. Behufs Bestimmung der Schnittpunkte der Isotacheen mit dem Wasserspiegel ist noch die Curve der Oberflächengeschwindigkeiten (AFB) eingezeichnet. Die dem Querprofile näher liegenden Curven gleicher Geschwindigkeit fallen zum Theile mit der Sohlenlinie überein.

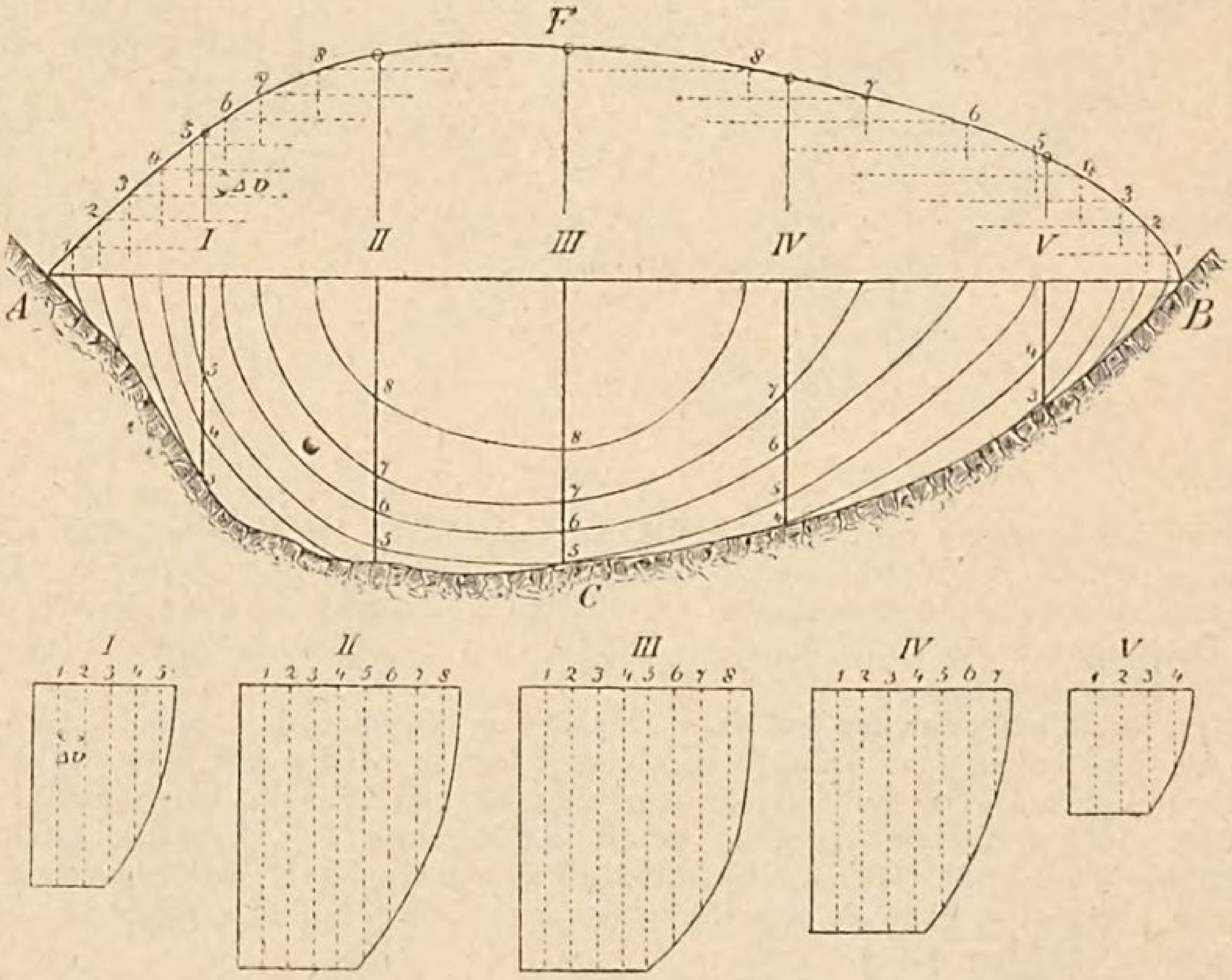
Durch die zum Querprofile parallelen Ebenen wird der unregelmässige Wasserkörper in Scheiben getheilt. Den Cubikinhalt einer solchen Scheibe erhält man mit hinreichender Genauigkeit, wenn das Mittel der beiden verticalen Begrenzungsflächen, welche von den betreffenden Isotacheen und der Wasserspiegellinie umschlossen werden, mit der Dicke $\triangle v$ der Scheibe multiplicirt wird. Bezeichnet

man die genannten Begrenzungsflächen, welche am einfachsten durch Planimetriren ermittelt werden können, mit F, F_1, F_2, ... F_n, so ist die Wassermenge

$$Q = \triangle v \left[F + F_1 + F_2 + \ldots + F_n - \frac{F + F_n}{2} \right]$$

Ausserhalb der letzten Scheibe bleibt noch an der Stelle, wo die grösste Geschwindigkeit herrscht, ein kuppenförmiger Abschnitt übrig, dessen übrigens verhältnissmässig geringer Inhalt in der Formel nicht angesetzt ist. Denselben erhält man mit hinreichender Genauigkeit, wenn die durch die letzte Isotachee bestimmte Fläche F_n mit der halben Dicke der Kuppe multiplicirt wird.

Fig. 5367.



D. Ermittelung der Wassermenge durch Aufnahme des Durchflussprofils und Messung des Wasserspiegelgefälles. Eine genaue Berechnung der Abflussmenge grösserer Gewässer ist nur auf Grund einer directen Messung der im Durchflussprofile auftretenden Geschwindigkeiten möglich; doch ist es häufig unthunlich, solche Messungen auszuführen. Eine angenäherte Berechnung der Wassermenge lässt sich indess auch vornehmen, wenn nebst dem Durchflussprofile das Wasserspiegelgefälle erhoben wird. Die Messung des letzteren hat durch ein mit Sorgfalt ausgeführtes Nivellement zu erfolgen. Ist das Gefälle gering, so muss dasselbe zur Vermeidung von groben Messungsfehlern auf eine Strecke von hinreichender Länge bestimmt werden.

Der Vorgang bei dieser Art der Ermittelung der Wassermenge ist ein verschiedener, je nachdem eine gleichförmige oder ungleichförmige Bewegung des Wassers stattfindet. Bei der ersteren Bewegung, welche streng genommen, nur in künstlichen Canälen eintritt, ist die mittlere Geschwindigkeit v in allen Querprofilen gleich gross, während sich bei der ungleichförmigen Bewegung, mit welcher man es in natürlichen Gewässern fast ausnahmslos zu thun hat, v von Profil zu Profil ändert.

1. Gleichförmige Bewegung. Die sec. Wassermenge ergibt sich aus der Formel:

$$Q = Fv.$$

Die mittlere Profilgeschwindigkeit v lässt sich berechnen, wenn das Durchflussprofil und das Wasserspiegelgefälle bekannt sind. Die hiefür aufgestellten Formeln besitzen entweder die Gestalt:

$$v = c\sqrt{RJ},$$

oder sie lassen sich auf diese Form bringen. Es bedeutet hierin R den Profilradius, $J = \frac{h}{l}$ das relative Gefälle des Wasserspiegels (h ist das absolute Gefälle auf einer Strecke von der Länge l) und c einen von verschiedenen Einflüssen abhängigen Coëfficienten. Eytelwein setzte c in allen Fällen gleich 50·9. Erfahrungsgemäss ergibt sich jedoch für diesen Coëfficienten eine Zunahme mit dem Wachsen des Profilradius und eine Abnahme mit dem Zunehmen der Rauheit des benetzten Umfanges; ausserdem zeigte sich eine Abhängigkeit des Coëfficienten vom Gefälle, indem bei grossen Strömen eine bedeutende Abnahme, bei einigen kleinen Versuchscanälen jedoch eine Zunahme desselben mit dem Wachsen des Gefälles constatirt wurde.

Auf Grund von zahlreichen, hauptsächlich in kleinen Canälen mit grösster Sorgfalt vorgenommenen Untersuchungen hat Bazin für den Coëfficienten c nachstehenden Ausdruck aufgestellt:

$$c = \sqrt{\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{R}}}.$$

In dieser Formel ist die Abhängigkeit des Coëfficienten von der Rauheit des benetzten Umfanges und vom Profilradius zum Ausdrucke gebracht, jedoch jene vom Gefälle, welche bei kleineren Gewässern ohnedies unbedeutend ist, vernachlässigt. Bazin unterscheidet in Bezug auf die Rauheit des benetzten Umfanges vier Kategorien, für welche die Werthe von α und β bereits früher angegeben wurden. Nachstehend ist eine Coëfficienten-Scala für die vier Kategorien (pag. 328) beigefügt.

R	Werthe des Coëfficienten $c = \sqrt{\frac{1}{\alpha + \frac{\beta}{R}}}$ für die Rauhigkeits-Kategorien			
	I	II	III	IV
0·05	64·6	46·8	26·4	11·7
0·10	71·6	55·6	34·5	16·3
0·15	74·5	59·9	39·5	19·6
0·20	76·1	62·4	43·0	22·2
0·30	77·9	65·3	47·7	26·3
0·40	78·8	66·9	50·6	29·4
0·50	79·3	67·9	52·7	31·9
0·60	79·7	68·7	54·2	34·0
0·70	80·0	69·2	55·4	35·8
0·80	80·2	69·6	56·3	37·3
0·90	80·3	69·9	57·1	38·7
1·00	80·4	70·1	57·7	39·8
2·00				46·9
3·00				50·2
4·00				52·2
5·00				53·5

Die Formel von Bazin ist unter der Annahme aufgestellt, dass die Rauheit des benetzten Umfanges ihren Einfluss auf die Bewegung des Wassers bis in's Unendliche fortsetze, was unzulässig zu sein scheint. Jedenfalls ist es richtiger, vorauszusetzen, dass dieser Einfluss im Unendlichen gleich Null sei. Von diesem Grundsatze ausgehend, modificirten Ganguillet und Kutter die Bazin'sche Formel und gelangten zu nachstehendem Ausdrucke für den Coëfficienten:

$$c = a - \frac{a\,b}{\sqrt{R} + b}.$$

Hinsichtlich der Beschaffenheit des benetzten Umfanges haben es Ganguillet und Kutter für zweckmässig erachtet, zwölf Kategorien aufzustellen, da bei Annahme von blos vier Kategorien in gewissen Fällen zwischen zweien Mittelwerthe gewählt werden müssen. Der Coëfficient a in obiger Gleichung ist constant und gleich 100, b wächst dagegen mit der Rauheit und hat für die I. Kategorie, welche dem glättesten Umfange entspricht, den Werth 0·12; für die XII. Kategorie (Gewässer mit grobem Geschiebe) ist $b = 2·44$. Die übrigen zehn Kategorien wurden zwischen diese beiden gleichmässig vertheilt, ohne dass dabei eine Anlehnung an Messungsresultate stattfand. Um Anhaltspunkte für die Wahl des Coëfficienten c in einem bestimmten Falle zu geben, haben Ganguillet und Kutter eine Tabelle zu-

sammengestellt, in welcher eine grosse Anzahl von Messungen möglichst genau bezeichnet und bei jeder derselben angegeben ist, welche Abweichung das Ergebniss der Berechnung von jenem der Messung aufweist. Diese Tabelle wiederzugeben, würde hier zu weit führen, weshalb im Nachstehenden blos angegeben wird, bei welcher Beschaffenheit der Wände und Sohle und bei welcher Form des Querprofiles die einzelnen Coëfficienten-Reihen zur Anwendung kommen sollen.

Kategorie	*a*	*b*	Art der Beschaffenheit der Wände und Sohle, Profilgestaltung
I	100	0·12	Glatt gehobelte Bretter, Querprofil rechtwinklig, 0·1^m breit; reiner Cement, halbkreisförmig.
II	100	0·15	Reiner Cement, rechtwinklig; Cement mit $^1/_3$ feinem Sand gemischt, halbkreisförmig.
III	100	0·20	Bretter, halbkreisförmig.
IV	100	0·27	Bretter rechtwinklig, (Radwerkgerinne), trapezförmig, dreieckig.
V	100	0·35	Kleine Canäle von behauenen Quadern und Backsteinen, rechtwinklig.
VI	100	0·45	Bretter mit grober Leinwand bedeckt, 0·1^m breites rechtwinkliges Querprofil; festgemachter Kies von 0·01 bis 0·03^m Durchmesser, halbkreisförmig; halbkreisförmiges gutes Trockenmauerwerk und sehr starkes Gefälle (0·044).
VII	100	0·56	Festgemachter Kies von 0·01—0·02^m Durchmesser, rechtwinklig; Mauerwerk von Bruchsteinen, mit Cement bestochen, Sohle schadhaft mit Schlamm bedeckt, rechtwinklig; gutes Mauerwerk, reines Profil, rechtwinklig; halbkreisförmiges, schadhaftes Trockenmauerwerk und sehr starkes Gefälle (0·099—0·168).
VIII	100	0·72	Festgemachter grober Kies 0·03—0·045^m gross, rechtwinklig; schlecht unterhaltenes Trockenmauerwerk von Bruchsteinen, trapezförmig, Seitenwände 0·45^m hoch; schadhaftes Mauerwerk, Sohle mit Steinen und Schlamm bedeckt, rechtwinklig; altes, vielfach beschädigtes Trockenmauerwerk, halbkreisförmig und starkes Gefälle (0·027).
IX	100	0·93	Kleine Canäle in Erde, steiniger Boden und wenig Pflanzen, theils schlammig mit Gras; Mauerwerk, schlecht unterhalten, mit Moos und Kräutern bedeckt.
X	100	1·22	Kleine Canäle in Erde, mit Pflanzen und Gras, auch felsig mit Steinwürfen.
XI	100	1·67	Bäche und Flüsse (Seine, Weser, Rheinarme in Holland, Po, Tiber, Rhein im Rheingau u. s. w.).
XII	100	2·44	Gewässer mit Geschieben (Rhein im Domleschgerthal und im Rheinwald, Mösa in Misox, Plessur bei Chur, Eschercanal u. s. w.).

Zur Erleichterung der Berechnung ist nachfolgend eine Coëfficienten-Scala für die verschiedenen Kategorien beigefügt.

R	Werthe des Coëfficienten $c = 100 - \frac{100\,b}{\sqrt{R} + b}$ für die Rauhigkeits-Kategorien											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0·05	65·1	59·9	52·9	45·3	39·0	33·2	28·6	23·7	19·4	15·5	11·8	8·4
0·10	72·5	67·8	61·2	53·9	47·5	41·3	36·1	30·5	25·4	20·6	15·9	11·5
0·15	76·3	72·0	65·9	58·9	52·5	46·2	40·9	35·0	29·4	24·1	18·9	13·7
0·20	78·8	74·9	69·0	62·3	56·1	49·8	44·4	38·3	32·4	26·8	21·1	15·5
0·30	82·0	78·5	73·2	67·0	61·0	54·9	49·5	43·2	37·1	31·0	24·7	18·4
0·40	84·0	80·8	76·0	70·1	64·4	58·4	53·0	46·7	40·4	34·1	27·5	20·6
0·50	85·5	82·5	77·9	72·4	66·9	61·1	55·8	49·5	43·2	36·7	29·7	22·5
0·60	86·6	83·8	79·5	74·2	68·9	63·3	58·1	51·8	45·5	38·9	31·7	24·1
0·70	87·5	84·8	80·7	75·6	70·5	65·1	59·9	53·8	47·4	40·7	33·4	25·5
0·80	88·2	85·6	81·7	76·8	71·9	66·5	61·5	55·4	49·0	42·3	34·9	26·8
0·90	88·8	86·4	82·6	77·9	73·0	67·8	62·9	56·9	50·5	43·8	36·2	28·0
1·00	89·3	87·0	83·3	78·7	74·0	69·0	64·1	58·2	51·8	45·0	37·5	29·1
2·00									60·3	53·7	45·9	36·7
3·00									65·0	58·7	50·9	41·5
4·00									68·3	62·1	54·5	45·0
5·00									70·6	64·8	57·3	47·8

2. Ungleichförmige Bewegung. Diese Bewegung tritt stets dann ein, wenn die Durchflussprofile einer Fluss- oder Canalstrecke ungleich an Fläche sind. Zur Ermittelung der Wassermenge reicht in einem solchen Falle die Aufnahme eines einzigen Profiles nicht hin, vielmehr ist es nothwendig, wenigstens zwei Profile zu bestimmen. Um eine grössere Genauigkeit zu erzielen, ist es jedoch wünschenswerth, mehrere Querprofile u. z. in nicht zu grossen Abständen aufzunehmen. Das Wasserspiegelgefälle vom zuhöchst stromaufwärts bis zum letzten stromabwärts gelegenen Profile ist durch ein genaues Nivellement festzustellen. Die auszuwählende Fluss- oder Canalstrecke soll möglichst geradlinig sein und regelmässige Verhältnisse besitzen, denn nur dann kann man sich ein befriedigendes Ergebniss versprechen.

Zur Berechnung der Wassermenge dient bei ungleichförmiger Bewegung nachstehende allgemeine Gleichung:

$$Q = \sqrt{\frac{h}{\frac{1}{2\,g}\left(\frac{1}{F_n^2} - \frac{1}{F_1^2}\right) + \sum_0^1 \frac{\triangle l}{c^2\,F^2\,R}}}\,.$$

Hierin bezeichnet F_1 die Fläche des obersten, F_n jene des untersten Durchflussprofiles; h ist das absolute Wasserspiegelgefälle zwischen diesen äussersten Profilen; der Coëfficient c ist nach der Formel von Bazin oder nach jener von Ganguillet und Kutter zu bestimmen. Die Abstände der einzelnen Zwischenprofile $\triangle l$ brauchen nicht gleich zu sein; vielmehr hat sich die Lage der letzteren zweckmässig nach der Sohlengestaltung zu richten.

Literatur. Rühlmann M., Hydromechanik, 2. Aufl. Hannover 1880.

Weisbach J., Ingenieur- u. Maschinenmechanik. 5. Aufl. von G. Herrmann. 1. Theil. Braunschweig 1875.

Handbuch d. Ingenieurwissenschaften. III. Bd. Wasserbau. 2. Aufl. 1. Abthlg. Leipzig 1883.

Hagen G., Handbuch der Wasserbaukunst. 3. Aufl. I. Thl. I. Bd. Berlin 1869.

Bauernfeind, C. M. v., Elemente d. Vermessungskunde. 5. Aufl. I. Bd. München 1876.

Debauve A., Manuel de l'ingénieur des ponts et chaussées. 1. partie: Hydraulique. Paris 1875.

Harlacher A. R., Beiträge zur Hydrographie Böhmens. Techn. Blätter. Prag 1872 und 1873.

Harlacher A. R., Die Messungen in der Elbe und Donau und die hydrometrischen Apparate und Methoden des Verfassers. Leipzig 1881.

Grebenau H., Die internationale Rheinstrom-Messung bei Basel. München 1873.
Darcy H. et Bazin H., Recherches hydrauliques. 1. partie. Paris 1865.
Francis J. B., Lowell, hydraulic experiments. Boston 1855.
Kutter W. R., Die neuen Formeln für die Bewegung des Wassers in Canälen und regelmässigen Flusstrecken. 2. Aufl. Wien 1877. (Separat-Abdruck aus der allg. Bauzeitung, Jahrgang 1871.)

H. Richter.

Wassermotoren. Hierunter versteht man eine grosse Reihe von Kraftmaschinen, welche den Zweck haben, die motorische Arbeitsfähigkeit des in natürlichen oder künstlichen Gerinnen oder in geschlossenen Röhrenleitungen fliessenden Wassers aufzunehmen und dem Antrieb diverser Arbeitsmaschinen zu irgend einem industriellen oder technischen Zwecke dienstbar zu machen. Die Geschichte der hydraulischen Motoren reicht ins Alterthum bis zu den Anfängen der menschlischen Cultur zurück und bietet viele äusserst interessante Momente der historischen Technik. Im gegenwärtigen, so hoch entwickelten technischen Leben sind es drei principiell verschiedene Systeme, welchen eine hervorragende Rolle zukömmt und Anwendung in den verschiedensten Constructionstypen und in oft grossartiger Anlage gefunden haben. Diese drei Systeme sind theils durch die Art wie das Wasser auf die Receptoren der Kraftmaschine einwirkt, theils durch die Form und Gestalt der Receptoren und den constructiven Aufbau unterschieden. Jedes System besitzt ein mehr oder minder eng abgegrenztes Gebiet seiner Anwendungsfähigkeit.

Das Wasser kann, als Motor betrachtet, entweder durch sein Gewicht, resp. durch Druck oder durch Stoss und durch Druck oder endlich durch seine lebendige Kraft (Trägheit) allein auf die Receptoren (Kraftaufnehmer) der hydraulischen Maschine einwirken. Die Receptoren selbst können die Gestalt von Schaufeln, Zellen, Kübeln haben, oder durch in Cylinder bewegbare Kolben gebildet werden. Die drei gegenwärtig gebräuchlichen Systeme der hydraulischen Motoren vereinigen eine oder die andere Art der obigen Wirkungsweise des Wassers mit der einen oder anderen Art der genannten Receptoren und sind:

a) Die eigentlichen Wasserräder auch „Wasserräder“ schlechtweg genannt (*roue hydraulique — water wheel*).

b) Die Turbinen (*turbine — tube-wheel*).

c) Die Wassersäulenmaschinen (*machine à colonne d'eau — water pressure blast machine*).

Bei den Wasserrädern bestehen die Receptoren aus einem Systeme ring- und radförmig angeordneter Schaufeln oder Zellen, welche in geeigneter constructiver Verbindung unter einander um eine horizontale Achse rotiren. Das Wasser wirkt hierbei entweder durch Stoss und Druck oder auch durch sein Gewicht.

Die Turbinen besitzen radförmig angeordnete Schaufelräume, welche von eigenthümlich geformten Begrenzungswänden gebildet werden. Die Rotationsachse ist dabei meist vertical gelagert und das Wasser wirkt durch seine innewohnende lebendige Kraft. Zwischen Turbinen und Wasserrädern lässt sich übrigens die Grenze schwer ziehen; so gehört beispielsweise das Ponceletrad — der Wirkungsweise des Wassers nach — zu den Turbinen, während es seines constructiven Aufbaues wegen meistens zu den Wasserrädern gezählt wird.

Die Wassersäulenmaschinen endlich besitzen Kolben als Receptoren, welche in Cylindern geradlinig sich auf- und niederbewegen, wobei das Wasser nur durch seinen Druck allein thätig erscheint. Daraus allein ergibt sich, dass Wassersäulenmaschinen nur dort anwendbar sind, wo Wasser unter genügend grossem Druck zur Verfügung steht und in der That finden wir solch passende Verhältnisse beim Bergbaue und in neuerer Zeit auch in, mit Hochdruckwasserleitungen versehenen, Städten. Die Wasserkräfte, welche Bäche, Flüsse und Ströme darbieten, werden ausschliesslich nur mittelst Wasserrädern und Turbinen ausgenützt.

Soll nun die motorische Kraft eines Baches oder Flusses zum Betriebe eines hydraulischen Motors verwendet werden, so ist dies in den seltensten Fällen durch den unmittelbaren Einbau eines Wasserrades oder einer Turbine in das Bett des natürlichen Wasserlaufes möglich. Die Schiffmühlen mit ihren einfachen im

freien Strome hängenden Wasserrädern bieten allerdings hierfür ein Beispiel, allein bei denselben handelt es sich nur um eine unvollkommene Ausnützung der Wasserkräfte, um den Erhalt geringer Effecte und dies für Anlagen, welche keine stabilen Verhältnisse und auch keinen eigentlichen industriellen Charakter besitzen. In den meisten Fällen sind die örtlichen Verhältnisse an einem natürlichen Wasserlaufe der sofortigen Installation eines Motors für grössere stabile industrielle Unternehmungen total ungünstig. Das Gefälle ist auf einer längeren Strecke des Baches oder Flusses mehr oder minder unregelmässig vertheilt, es ist aber nothwendig, dasselbe an einer Stelle und zwar dort, wo der Motor aufgestellt werden soll, zu concentriren, und deswegen bedarf es in den meisten Fällen zur Gewinnung der Wasserkräfte künstlicher Gerinnsanlagen, welche technisch richtig durchgeführt, oft Wasserbauten von bedeutendem Umfang in sich schliessen. Solche Anlagen bestehen in der Regel aus einem „Oberwassergraben", welcher vom Bach- oder Flussbette an einer geeigneten Stelle abzweigt und mit einem möglichst geringen Gefälle ausgestattet das Betriebswasser zu jenem Orte führt, an welchem der Motor aufgestellt ist. Indem nun das Wasser an dieser Stelle über das hier concentrirte benützbare Gefälle herunterstürzt, gibt es seine Arbeit an die hydraulische Maschine ab und gelangt alsdann in den „Unterwassergraben" und aus denselben wieder in den natürlichen Wasserlauf. Die Höhendifferenz zwischen den Mündungsstellen des Ober- und Unterwassergrabens im Bach- oder Flussbette gibt sonach das totale Gefälle, welches auf den geschaffenen künstlichen Wasserlauf entfällt, und von welchem jene geringen Theile vom Motor nicht ausgenützt werden, die der Fortbewegung des Wassers im Ober- und Untergraben wegen — für diese letzteren — in Anschlag gebracht werden müssen. Das künstliche Gerinne für die Zu- und Abfuhr des Betriebswassers kann geschaffen werden, je nach der örtlichen Beschaffenheit des Terrains durch Canäle, welche aus dem gewachsenen Boden ausgehoben oder durch aufgeschüttete Erddämme gebildet wurden. Oder man ordnet zu diesem Zwecke hölzerne Gerinne an, gebildet aus Riegeln, Unterzügen und Pfosten durch wasserdichte Fügung der letzteren. Auch Stein- und Ziegelmauerwerk steht zu solchen Ausführungen, wenn auch selten im Gebrauche. Die Relativgefälle (Gefälle pr. Längeneinheit) dieser Ober- und Unterwassergräben (Aufschlag- und Abzugsgräben) sind gering, betragen meist nur 0·0005 bis 0·002 und hängen von der Beschaffenheit des Bettes ab. Die Abzugsgräben solcher Anlagen erhalten, um das Wasser rascher vom Motor wegzubringen, ein grösseres Gefälle als die Aufschlagleitungen.

Zur Gewinnung grösserer Gefälle und um dem Oberwasser-Canal stets die nothwendige Wassermenge zuzuführen, pflegt man nahe an der Einmündungsstelle desselben in das natürliche Bett des Baches ein Wehr anzulegen, worunter ein dammartiger, quer über den Wasserlauf gelegter Einbau zu verstehen ist, welcher das Wasser auf eine gewisse, durch seine Constructionsverhältnisse bedingte Höhe aufstaut. Indem in dieser Hinsicht auf den Artikel Wasserbau hingewiesen wird, sei hier nur bemerkt, dass für die in Rede stehenden Anlagen am meisten die Ueberfallwehre angewendet werden.

Um den hydraulischen Motor gegebenen Falles ausser Betrieb setzen zu können, ist die Anordnung von Schützenzügen zu treffen. Diese sind meist Bretterwände, welche vertical gehoben oder gesenkt werden können und quer in das Gerinne gewöhnlich in der Nähe des Motors sich einbauen. Ist die Schütze total herabgelassen, so kann kein Wasser zum Motor gelangen, dieser setzt sich sonach ausser Betrieb. Zu diesem Zwecke ist aber auch noch die Anlage eines Freigerinnes (Leergerinne, Freifluder) nothwendig durch welches das Aufschlagwasser bei gesenkter Einlasschütze des Motors direct ins Unterwasser gelangen kann. Ueber die zweckmässigste Anlage des Freigerinnes und der nothwendigen Schützenzüge entscheiden natürlich in jedem gegebenen Falle die örtlichen Verhältnisse. — Die Schützen erfordern zu ihrer raschen und sicheren Bedienung die Anordnung eigener Hebemechanismen, welche gewöhnlich aus Zahnstangenwinden mit gemeinschaftlichen Schneckenradantrieb oder auch aus Schraubenwinde-

vorrichtungen bestehen. Meistens ist es auch nothwendig im Oberwassercanal, an einer passenden Stelle desselben, einen Schützenzug anzubringen, welcher durch seine Stellung jene Wassermengen zum Abflusse bringt, die vom Motor trotz seiner vollen, resp. normalen Beaufschlagung nicht mehr aufgenommen werden können. Vergleiche Artikel Wasserbau pag. 255 u. w.

In vielen, durch die örtlichen Verhältnisse bedingten Fällen wird zur Zuleitung des Wassers aus seinem natürlichen Bette zum Motor eine geschlossene Röhrenleitung angewendet. Es ist dies namentlich am Platze, wenn grosse Gefälle und kleine Wassermengen zur Verfügung stehen. Die Wasserkräfte der Gebirgsbäche liefern hierher gehörige Beispiele. Da der Motor alsdann in der Thalsohle nahe dem Unterwasserspiegel aufgestellt wird, so enthält die geschlossene Rohrleitung nahezu das ganze benützbare Gefälle und das Wasser strömt aus der Rohrleitung mit einer der Gefällshöhe entsprechenden Geschwindigkeit aus, um seine lebendige Kraft an den Motor abzugeben. Derlei Aufschlagsleitungen werden entweder aus gusseisernen Röhren zusammengesetzt, oder man verwendet genietete Blechrohre, letztere namentlich für grössere Durchmesser der Leitung und grosse Gefälle. Die Rohrleitungen schmiegt man dabei dem Terrain in so ferne an, als dies bei einem continuirlichen Verlauf ohne erhebliche Gefällsbrüche möglich ist und bettet selbe in die Erde ein oder lässt selbe auch frei zu Tage liegen. Es ist selbstverständlich, dass der Aufstellung eines hydraulischen Motors eingehende Studien über die Verhältnisse des in Verwendung zu nehmenden Wasserlaufes vorangehen müssen. Demnach sind besonders zu erheben die klimatischen Einflüsse, welchen der Wasserlauf unterworfen ist, die Verhältnisse desselben in den verschiedenen Jahreszeiten rücksichtlich der jeweilig zu Gebote stehenden Wassermengen, die Umstände in Bezug auf die Grund- und Treibeisbildung zur Winterszeit und hinsichtlich des Führens von Sand, Schlamm, Geschieben etc., weiters die Gefällsverhältnisse, inwieferne und durch welche Umstände eine Veränderung des Gefälles zu erwarten steht etc. Auch die Wasserrechtsverhältnisse, insoferne selbe durch — am Wasserlauf bereits bestehende — hydraulische Anlagen tangirt werden, können von bestimmendem Einflusse für das benützbare Gefälle werden. Für die Construction des Wassermotors ist namentlich die Aufschlagswassermenge und das Gefälle, sowie der Umstand massgebend, ob diese Factoren constanter oder variabler Natur sind und innerhalb welcher Grenzen die Variabilität sich einschliesst. Ein nach dem heutigen Stande der Maschinenwissenschaft gebauter hydraulischer Motor muss Einrichtungen besitzen, durch welche diese Factoren möglichste Berücksichtigung erfahren und aus diesem Grunde ist der Entwurf einer modernen Wasserkraftmaschine — welche die gegebenen Verhältnisse möglichst vollständig ausnützen soll — eine Sache tiefgehender theoretischer Bildung, praktischer Erfahrung und constructiven Talentes.

Zum Schlusse dieses allgemeinen Theiles sei noch erwähnt, dass man vor dem Eintritte des Oberwassers in die Wasserrad- oder Turbinenstube einen Rechen anordnet, durch welchen die vom Wasser mitgeführten Laubmengen, kleine Aeste, Treibeis etc. zurückgehalten werden. Führt das Wasser Sand, Schlacke etc. mit sich, so empfiehlt es sich an einer passenden Stelle des Oberwassergerinnes nahe dem Motor einen sogenannten Sandkasten anzubringen, welcher in einer plötzlichen kastenartigen Vertiefung des Gerinnebodens besteht. In derselben wird der mitgeführte Sand abgelagert und kann von Zeit zu Zeit entfernt werden.

Bezeichnet Q Kubikmeter die pro Secunde dem Motor zufliessende Wassermenge, ferner H-Meter das am Motor disponible Gefälle, so ist die absolute Leistung in Pferdekräften

$$N_a = \frac{1000\,Q\,.\,H}{75}.$$

Dieser absolute Effect kann indess niemals vom Motor zum Betriebe anderer Maschinen abgenommen werden. Die hydraulische Kraftmaschine hat eben zu ihrer eigenen Bewegung eine Reihe von Widerständen (Reibungs- und Luft-

widerstände) zu überwinden, ferner gelingt es nicht, die motorische Substanz in der theoretisch vollkommensten Art und Weise zur Wirkung zu bringen. Die hiedurch entstehenden Effectverluste bedingen einen zur Verfügung stehenden Nutzeffect N_n, welcher kleiner als N_a sein muss. Das Verhältniss $\frac{N_n}{N_a} = \eta$ wird der **Wirkungsgrad** des Wassermotors genannt. Dieser Wirkungsgrad schwankt bei den einzelnen Systemen sehr bedeutend und kann selbst bei ein und demselben Systeme von Wassermotoren innerhalb ziemlich weiter Grenzen liegen, je nach der speciellen Art und Einrichtung derselben. Hierüber erfolgen die weiteren Aufschlüsse, soweit selbe eben an dieser Stelle von Wichtigkeit erscheinen, bei Besprechung der einzelnen Constructionstypen der hydraulischen Motoren.

Nach diesen allgemeinen Erörterungen sollen nun die speciellen Grundsätze für die verschiedenen hydraulischen Kraftmaschinen, ihre Einrichtung und ihre hauptsächlichsten Constructionstypen eine nähere Erklärung finden.

A. **Wasserräder** (*roue hydraulique — water-wheel*). Im Allgemeinen besitzen alle hieher gehörigen hydraulischen Motoren ein System von Schaufeln oder Zellen, welche am Umfange eines Rades angeordnet mit einer horizontal gelagerten Achse oder Welle in fester Verbindung stehen. Indem nun das aus dem Oberwassercanal eintretende Wasser an einem bestimmten Punkt des Umfanges in das Rad tritt, gibt es seine Arbeitsfähigkeit an die Receptoren durch Stoss, Druck oder durch sein Gewicht ab und setzt den Motor hiedurch in Bewegung. Je nach der relativen Lage des Ortes, an welchem der Wassereintritt am Umfang gegenüber der Achse des Rades erfolgt, unterscheidet man **unterschlächtige, mittel-, rücken- und oberschlächtige Wasserräder.** Bei ersteren trifft das Wasser den unteren Theil des Radumfanges, bei den letzteren strömt es zuerst in eine dem Scheitel des Rades angehörige Zelle. Jedes der genannten Systeme ist innerhalb bestimmter Gefällsgrenzen anwendbar.

Die constructive Gestaltung dieser Räder kann je nach dem zur Verwendung gelangenden Materiale sehr verschiedenartig durchgeführt werden. Die einfachste und billigste Construction liefert Räder, welche in all ihren Theilen aus Lerchen-, Föhren- oder Fichtenholz hergestellt sind. Selbstverständlich besitzen diese aber auch eine geringe Dauerhaftigkeit und verursachen durch häufige Reparaturen vielfache Störungen im Betriebe. Trotzdem besitzen diese Holzräder dank ihrer billigen Anlage und ihrer leichten Herstellung die grösste Verbreitung, namentlich bei kleineren Mahl- und Sägemühlen, Hammerwerken etc.

Die gemischten Constructionen zielen beim Baue der Wasserräder dahin, gewisse Theile derselben aus Guss- oder Schmiedeisen, andere hingegen aus Holz herzustellen, wobei natürlich der Zweck, welchem das betreffende Radelement zu dienen hat, für die Wahl des Materiales massgebend ist. Selbstverständlich erscheint der Bau des Rades um so dauerhafter und solider, je weniger das Holz als Constructionsmateriale angewendet wird. So formt man beispielsweise Schaufeln oder Zellen, Radkränze, Radarme aus Holz; Welle und Rosette (zur Verbindung der Arme und der Welle dienend) aus Eisen. Oder man stellt all' diese Theile aus Eisen her und macht nur die Zellen oder Schaufeln, der raschen Auswechslung im Reparatursfalle und des billigen Ersatzes wegen, aus Holz. Ganz eiserne Constructionen bürgen allerdings die grösste Solidität und Dauerhaftigkeit, erscheinen jedoch des bedeutenden Capitalaufwandes wegen nur dann gerechtfertigt, wenn ein möglichst ungestörter Betrieb verlangt wird und die industrielle oder technische Anlage, welcher sie als Motor dienen, auf eine lange Reihe von Jahren im Bestande basirt wird. Solche Fälle finden sich bei mechanischen Spinnereien, Webereien, Papierfabriken, bei Wasserpumpwerken für städtische Leitungen etc. Die Fortpflanzung und Ableitung des geleisteten Effectes geschieht bei den Wasserrädern entweder durch die Welle des Wasserrades selbst, indem auf dieser das erste Transmissionsrad aufgesetzt wird, oder es ist an den Radarmen, resp. am Radkranz ein Zahnkranz mit innerer oder äusserer Verzahnung montirt, in welchem ein

fliegend an der ersten Transmissionswelle sitzendes Stirnrad (Kolben) eingreift. Die Uebersetzung dieses Zahngetriebes ist gewöhnlich ziemlich gross, 5-, 8- bis 10fach, und zwar namentlich bei besser construirten Wasserrädern, welche eine geringe Umfangsgeschwindigkeit erhalten.

Von besonderer Wichtigkeit für die Leistung eines Wasserrades, resp. für dessen höheren Wirkungsgrad ist die Art und Weise der Zuführung des Wassers zum Rade, die Form und Gestalt der Schaufeln und Zellen, die Grösse der Wassereintritts- und der Umfangsgeschwindigkeit, die möglichste Reducirung von Wasserverlusten veranlasst durch Stösse, Verspritzen, Schleudern des Betriebswassers beim Eintritte, durch zu frühzeitiges Austreten aus dem Rade, durch seitliches Entweichen einzelner Wasserquantitäten, ohne in das Rad zu gelangen etc. Die Theorie der Wasserräder liefert die Erkenntniss jener Bedingungen, welche einen hohen Wirkungsgrad verbürgen; so weit dieses hier zum Verständniss nothwendig erscheint, werden diese Bedingungen bei den einzelnen Systemen zu erwähnen sein.

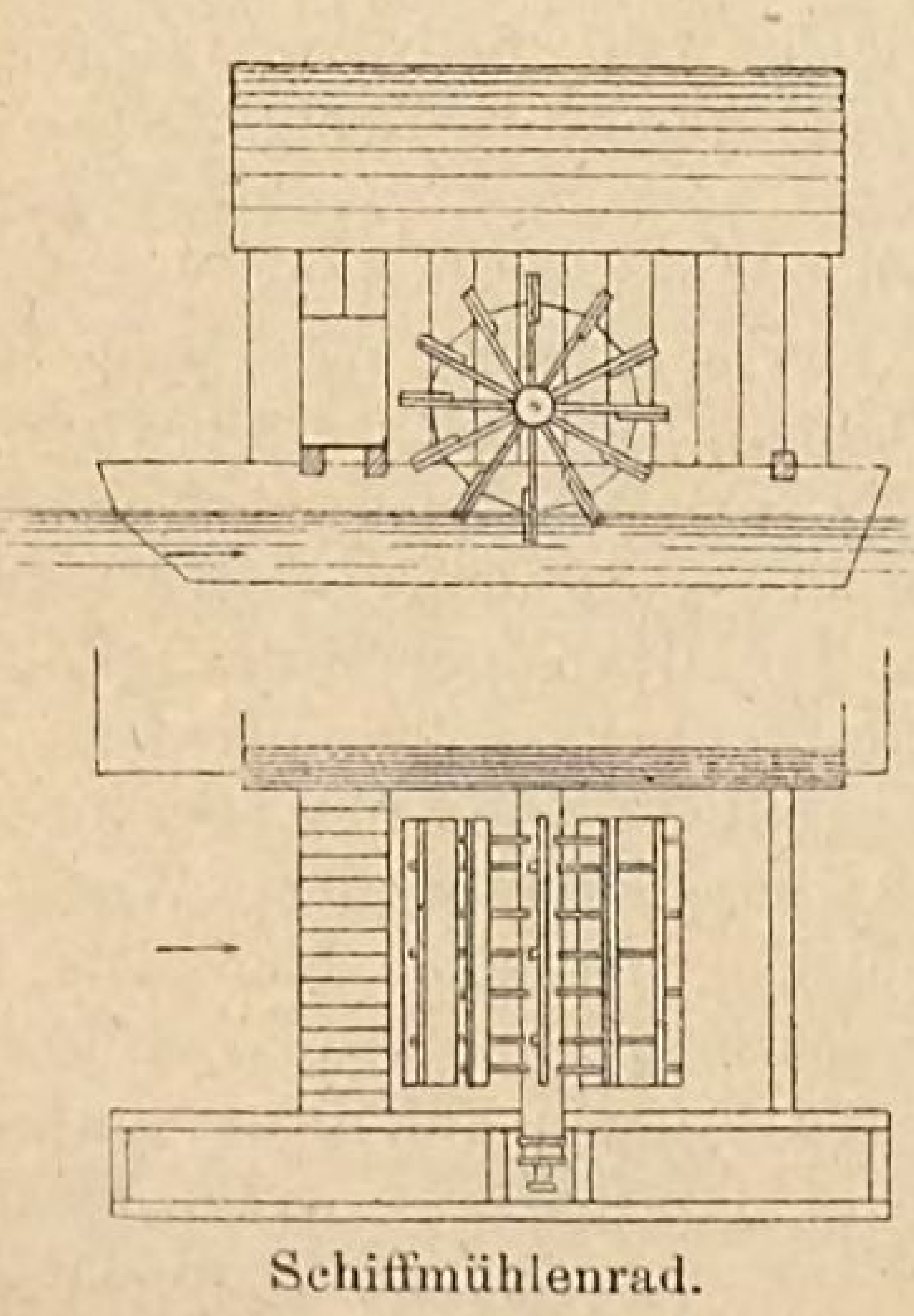
Für eine Reihe von Wasserrädern, nämlich für unter-, mittel- und rückenschlächtige Räder ist die Anordnung von Kreisgerinnen (Kropfgerinne) nothwendig, welche das Rad auf einen Theil seines Umfanges mit Belassung eines passenden Spielraumes umgeben. Hiedurch soll eine geordnete Zuführung des Wassers in's Rad und die Vermeidung des seitlichen Entweichens erreicht werden. Die Construction dieser Kreisgerinne richtet sich nach der Art des Rades.

Der Austritt des Wassers aus dem Rade soll bei sämmtlichen Wasserrädern stets derart erfolgen, dass die relative Geschwindigkeit des Wassers gegen das Rad gleich Null ist. Das Wasser folgt sodann mit gleicher Geschwindigkeit dem Rade und für die Leistung ist nur jene lebendige Kraft der Wassermasse verloren, welche der Radgeschwindigkeit entspricht. Dieser Umstand allein spricht schon für die Anwendung geringer Umfangsgeschwindigkeiten.

Nachfolgend werden nun die einzelnen Arten und Systeme der Wasserräder besprochen.

1. Die unterschlächtigen Wasserräder (*roue hydraulique en dessous — undershot water wheel*) sind in ihrer einfachsten Form durch die sogenannten Schiffmühlenräder repräsentirt, welche im freien Strome hängend blos durch die Stosswirkung des fliessenden Wassers ihre Arbeit entwickeln. Diese Wasserräder fanden schon bei den Mühlwerken der Römer Anwendung und haben sich in nahe unveränderter Form bis in die Gegenwart erhalten. Die Welle des Rades (Fig. 5368) ruht auf der einen Seite am Hausschiff, in welchem auch das Mühlwerk disponirt ist, auf der anderen Seite am Wellschiff. Beide Schiffe sind durch Balken verbunden und im freien Strome verankert. Derlei Räder werden natürlich ganz aus Holz hergestellt, ihre Construction ist die denkbar einfachste; die Schaufeln, aus ebenen, radial gestellten Brettern bestehend, werden meist unmittelbar auf die Arme befestigt. Die auf unseren grösseren Flüssen in Verwendung stehenden Schiffsmühlenräder zeigen Durchmesser von 3—6 Meter eine Radbreite (parallel zur Achse) von 2 bis 5 Meter und besitzen oft nur acht Schaufeln, obwohl es besser ist, ihnen zwölf bis zwanzig zu geben. Die Schaufeln sollen nicht über die Hälfte tauchen, haben 0·3 bis 0·7 Meter Breite (radial) und erhalten zweckmässig

Fig. 5368.



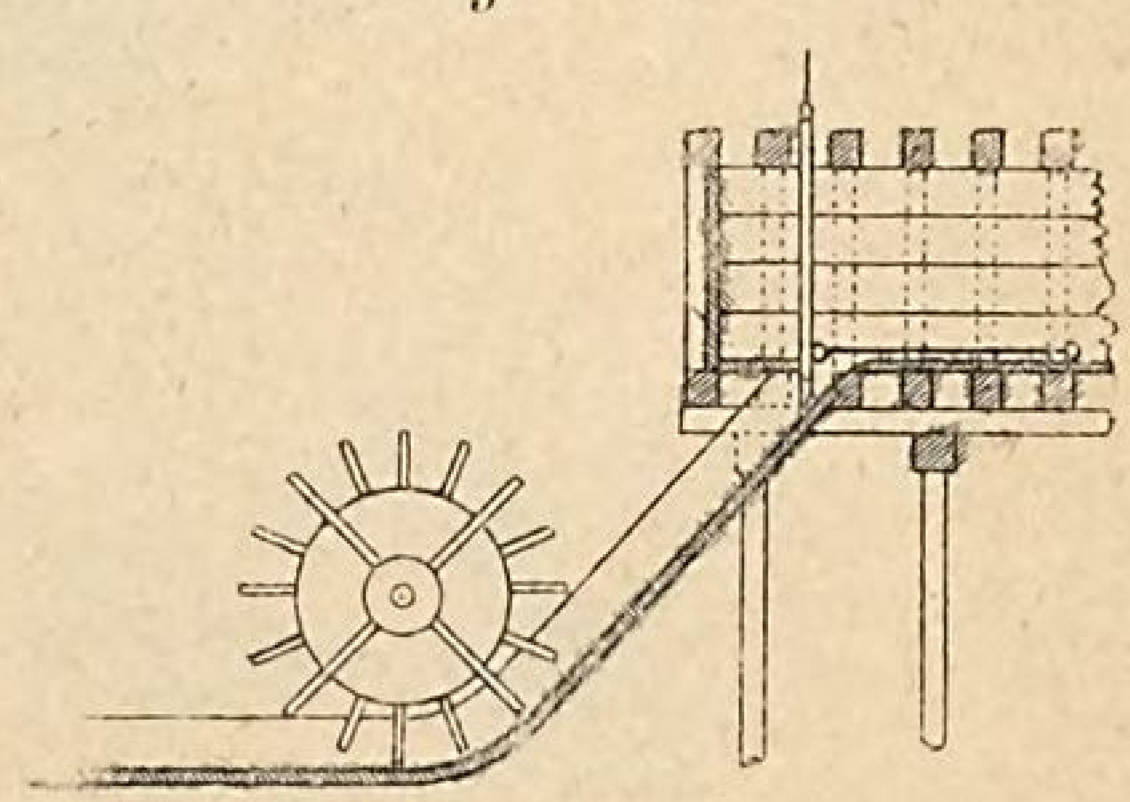
Schiffmühlenrad.

eine Steigung von ca. 15⁰ gegen den Strom. Der Effect solcher Räder ist gering, doch steigt die Leistung mit der Schaufelzahl innerhalb gewisser Grenzen. Gewöhnlich finden sich durch solche Räder Effecte von $^3/_4$ bis 5 Pferdekräften nutzbar gemacht.

Zu den einfachsten Wasserradtypen zählen ferner die Räder im Schnurgerinne (*roue à palettes planes — undershot paddle-wheel*). Das Wasser wird dem Rade in einem horizontalen oder schwach geneigten Gerinne zugeführt, dessen Boden etwa einen Spielraum von 2 bis 4 Centimeter zwischen sich und dem tiefsten Punkte der Radschaufel lässt. Die Schaufeln stehen radial oder schwach geneigt und sind 20 bis 48 am Umfange vorhanden. Diese Räder werden ebenfalls ganz aus Holz angefertigt und zeigen Durchmesser von 2 bis 6 Meter. Das Wasser wirkt hier nur durch Stoss und der Wirkungsgrad solcher Räder kann nach verschiedenen Versuchen an Modellrädern auf 16 bis 25 Proc. veranschlagt werden. Es ist am günstigsten, wenn die Umfangsgeschwindigkeit gleich der halben Wassergeschwindigkeit ist. Vor dem Rade ordnet man gern eine Spannschütze an, um die Geschwindigkeit des eintretenden Wassers reguliren zu können. Die Anlage ist billig und entspricht meist den Zwecken der gewöhnlichen einfachen Landmühlen für Mahl- und Sägewerke. Durch Stauwirkungen können derlei Räder bis zum Stillstande gebracht werden. Aus diesem Grunde versieht man dieselben, wenn das Unterwasser grosse Rückstaungen zu erleiden hat, mit Hebezeugen, womit das ganze Rad und auch das Gerinne gehoben und gesenkt werden kann. Räder mit derlei Vorrichtungen nennt man Pausterräder (Pausterzeuge). Die Räder im Schnurgerinne werden nur für geringe Gefälle bis höchstens 1 Meter angewendet.

Die Hammerräder gehören ebenfalls zu den einfachsten Wasserradconstructionen. Sie stehen noch heute in Gebirgsländern zum Betriebe der Eisen- und Sensenhämmer in vielfacher Verwendung. Das Rad selbst liegt (Fig. 5369) im gebogenen Gerinne, während das Aufschlagwasser dem Rade vom Obergraben über ein schiefes Gerinne zugeführt wird und den Radumfang unterschlächtig trifft. Das Wasser wirkt hierbei hauptsächlich durch Stoss und nur im gebogenen Gerinne durch Druck. Derlei Hammerräder sind bis zu Gefällen von 6 und 7^m und mit Durchmesser bis zu 3^m angewendet. Die Umfangsgeschwindigkeit wird hier nahe gleich der der Gefällshöhe entsprechenden Geschwindigkeit; die Räder haben in Folge dessen eine bedeutende Tourenzahl, wodurch weitere Transmissionen zu der Daumenwelle der zu hebenden Hämmer erspart werden. Die Construction erscheint meist ganz in Holz ausgeführt, obwohl hier die Mitverwendung von Eisen namentlich als Materiale für die Stossschaufeln durchaus nicht selten ist. Nach Versuchen von d'Aubuisson sollen solche Räder bei höheren Gefällen Wirkungsgrade bis zu 40 Proc. gewähren.

Fig. 5369.

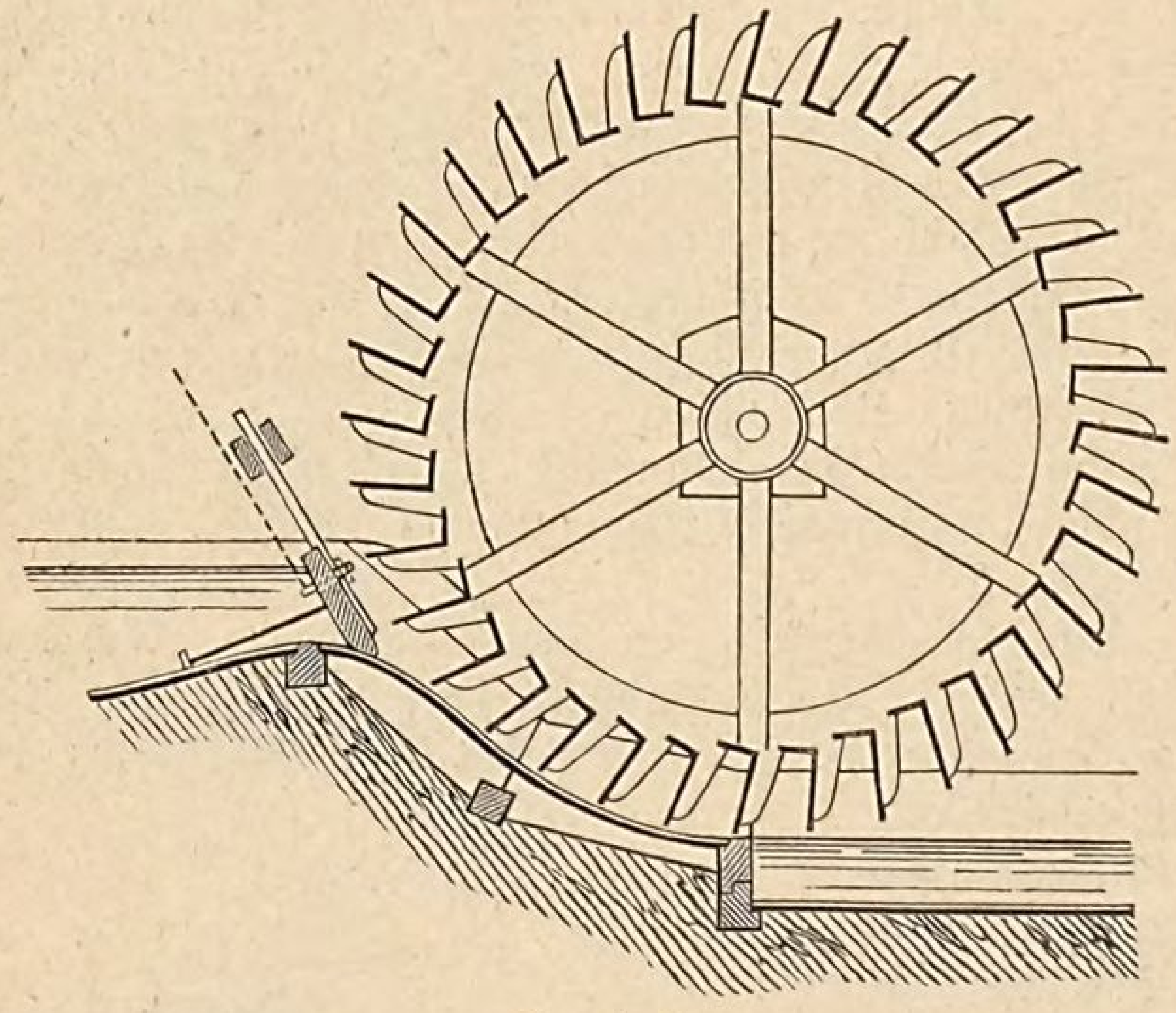


Hammerrad.

Das Kropfrad zählt bereits zu den vollkommenen Constructionen. Es wird für Gefälle von 0·5 bis 1·2, höchstens $1·5^m$ und für Wassermengen bis zu 2 Cubikmeter per Secunde gern in Anwendung gebracht. Wie aus Fig. 5370 hervorgeht, hat man es hier mit einem Schaufelrade zu thun. Die Schaufeln stehen bis auf $^3/_4$ ihrer Länge radial, während das letzte Stück derselben unter einem gewissen Winkel gegen die radiale Richtung stösst. Hiedurch erhält beim Austritte der Schaufel aus dem Wasser das letzte Element eine verticale Lage und vermeidet das Hinauswerfen des Wassers. Diese Räder erhalten Durchmesser gleich dem 3-, 4- oder 5fachen Gefälle, ihre Umfangsgeschwindigkeit ist 1·5 bis 2^m, die Wassereintrittsgeschwindigkeit circa 3^m. Von besonderem Werthe erscheint

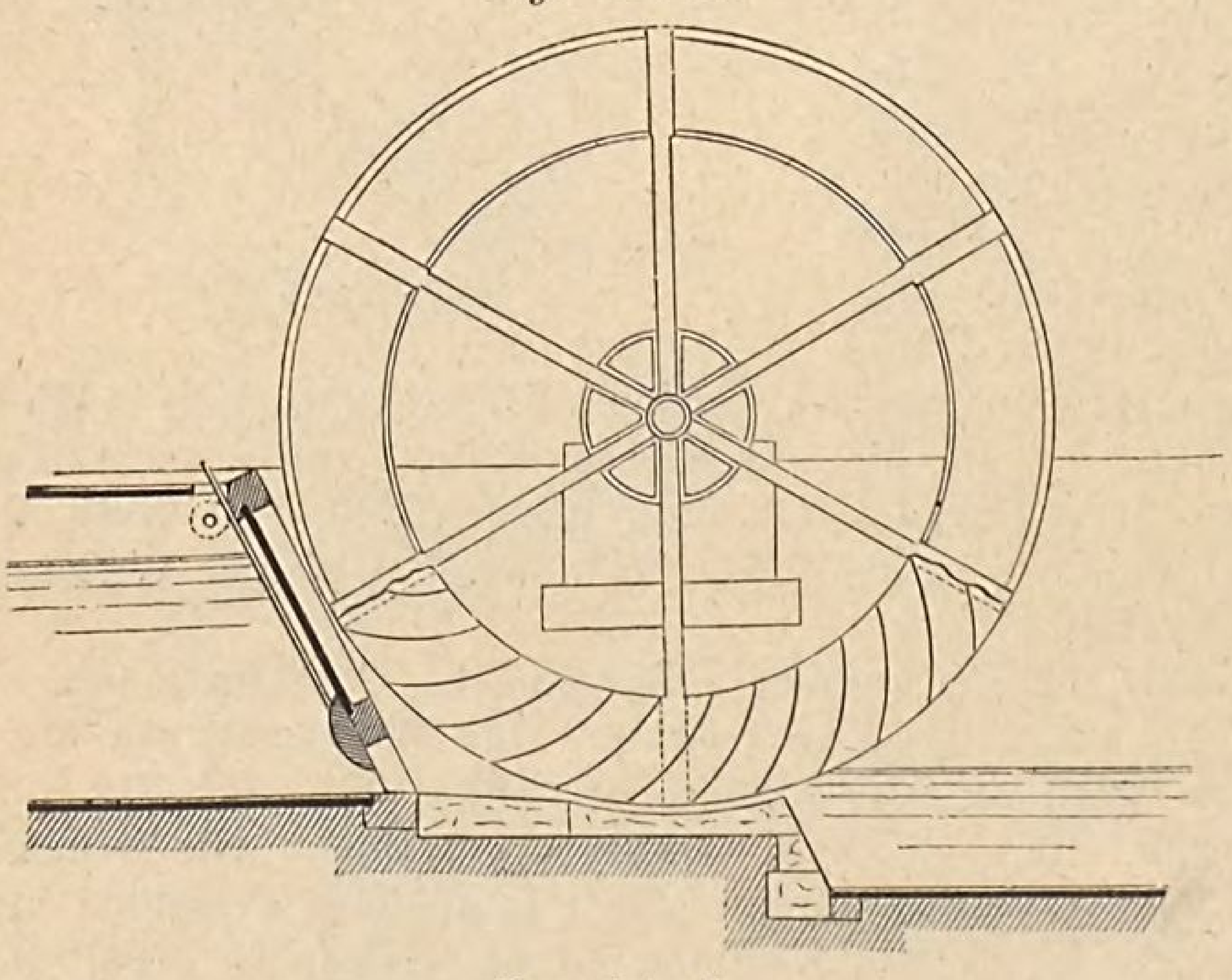
hier das Kropfgerinne, welches den wasserhaltenden Bogen des Rades bis auf einen geringen Spielraum concentrisch umgibt und mit einem flachen Parabelbogen in die Sohle des Zuflussgerinnes übergeführt wird. Das Kropfgerinne soll dem seitlichen Entweichen des Betriebswassers vorbeugen. Von wesentlicher Bedeutung ist die Anordnung einer Spannschütze, welche unmittelbar vor dem Rade in meist schiefer Lage angeordnet ist. Hiedurch wird die Strahldicke regulirt und das Wasser mit der richtigen Geschwindigkeit eingelassen. Man legt die Spannschütze schief, um den Austrittsquerschnitt des Gerinnes möglichst nahe an das Rad zu legen. Die Kropfräder werden entweder ganz aus Holz oder vollkommener mit Welle, Kranz und Armen aus Eisen hergestellt. Am Kranz sind sodann die hölzernen Schaufeln an — von demselben ausgehenden — Rippen, hier Kegel genannt, mit Schrauben befestigt. An die Schaufeln schliessen sich am inneren Radumfang die Bodenbretter, welche den Radboden bilden. Zwischen je zwei Schaufeln weist indess der Radboden Lücken von 20^{mm} Breite auf, welche den Zweck haben, der Luft beim Eintritte des Aufschlagwassers freien Ausgang in das Innere des Rades zu gestatten. Diese „Ventilation“ des Rades ist nothwendig, um den sonst erfolgenden Wirbelbildungen des Wassers vorzubeugen. Gut gebaute Räder dieser Art können Nutzeffecte von 40 bis 45 Proc. der absoluten Wasserkraft aufweisen, wenn die richtigen Geschwindigkeitsverhältnisse beachtet und kein grösseres Füllungsverhältniss (Verhältniss der secundlichen Wassermenge zu dem in gleicher Zeit dargebotenen Fassungsraum des Rades) als $^1/_2$ angewendet wird. Auch eine grössere Schaufelzahl ist günstig.

Fig. 5370.



Kropfrad.

Fig. 5371.

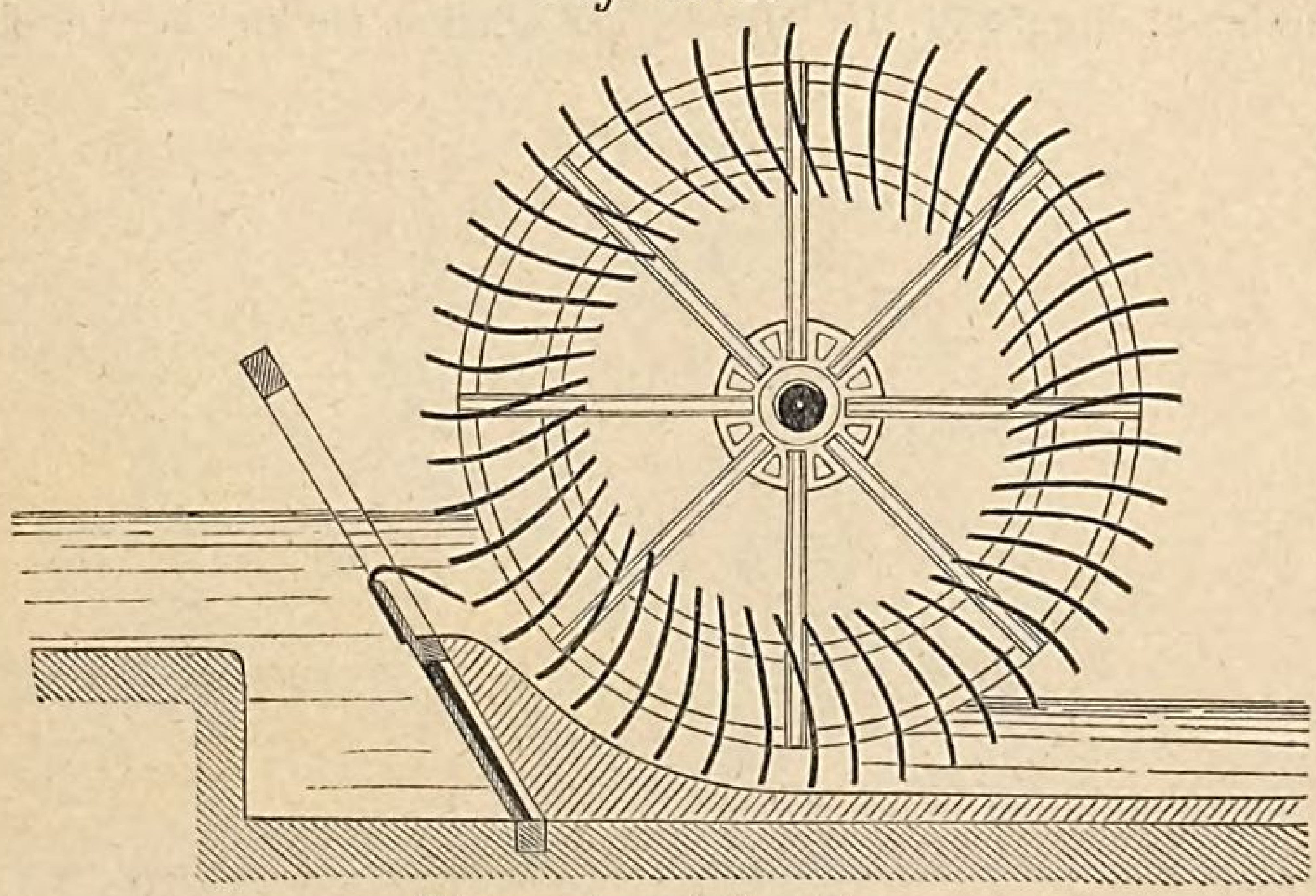


Ponceletrad.

Handelt es sich darum eine vorhandene Wasserkraft mit geringem Gefälle etwa 0·5 bis 1·7^m möglichst auszunützen, so kann ein Wasserrad nach Poncelet, Fig. 5371 (*roue Poncelet — wheel with curved floats-boards*) vorzüglich geeignet erscheinen. Räder dieser Art liefern bei sorgfältiger Construction

und Ausführung Wirkungsgrade bis zu 68 Proc. der absoluten Wasserkraft. Sie werden grösstentheils in solidester Weise ganz aus Eisen hergestellt und besitzen zwischen den beiden ziemlich breiten Radkränzen 30 bis 48 (nach einem Kreisbogen, dessen Radius 0·7 des Gefälles beträgt) gekrümmte Blechschaufeln. Der innere Radboden fehlt und deshalb müssen die Schaufelbleche bei grösserer Radbreite durch Stehbolzen versteift werden. Das Gerinne schliesst sich innerhalb eines symmetrisch zur verticalen Mittellinie vertheilten Centriwinkels von 30 bis 40° concentrisch dem äusseren Radumfange bis auf 15 oder 20^{mm} Entfernung an, steigt gegen den Oberwassercanal bis zur Schütze unter 5° an und fällt anderseits mit ca. $0·25^{m}$ senkrecht gegen den Unterwassergraben ab. Fig. 5371. Die gute Ausführung des Gerinnes ist wichtig, ebenso die Anordnung einer Spannschütze, welche den gleichen Zweck wie bei der früheren Radconstruction verfolgt. Bei den Ponceleträdern wirkt das Wasser nur in der Weise, dass dasselbe in die Schaufelräume tretend, solange an den Schaufelwänden emporschwingt, bis seine Geschwindigkeit Null geworden ist. Hiebei gibt es seine lebendige Kraft an das Rad ab und gleitet allmälig längs der Schaufeln nach abwärts, um in's Unterwasser zu gelangen. Hiedurch ist jede Stosswirkung des Wassers ausgeschlossen und damit der hohe Wirkungsgrad begründet. Hinsichtlich der Wirkungsweise des Wassers wären die Ponceleträder eigentlich den Turbinen und zwar den partial beaufschlagten zuzuzählen. Dieses Radsystem ist übrigens nur bei solchen Wasserläufen, welche kein oder nur sehr wenig Eis zur Winterszeit führen, anwendbar. Der geringe Spielraum von 15^{mm} im Kropfgerinne stellt eben diese Bedingung. Die Dimensionen dieser Räder für gegebenes Gefälle und Wassermenge stehen hier in ganz bestimmten durch die Theorie gegebenen Verhältnissen. In neuerer Zeit wird für geringe Gefälle von 0·7 bis $2·5^{mm}$ sehr gerne das Wasserrad nach Sagebien für bestimmte technische Anlagen in Ausführung gebracht. Die benutzten Wassermengen sind hierbei gross und betragen bis zu 4 Kubikmeter pr. Secunde. Wie Fig. 5372 ersichtlich macht, besitzen die Räder dieses Systems eine sehr be-

Fig. 5372.



Wasserrad nach Sagebien.

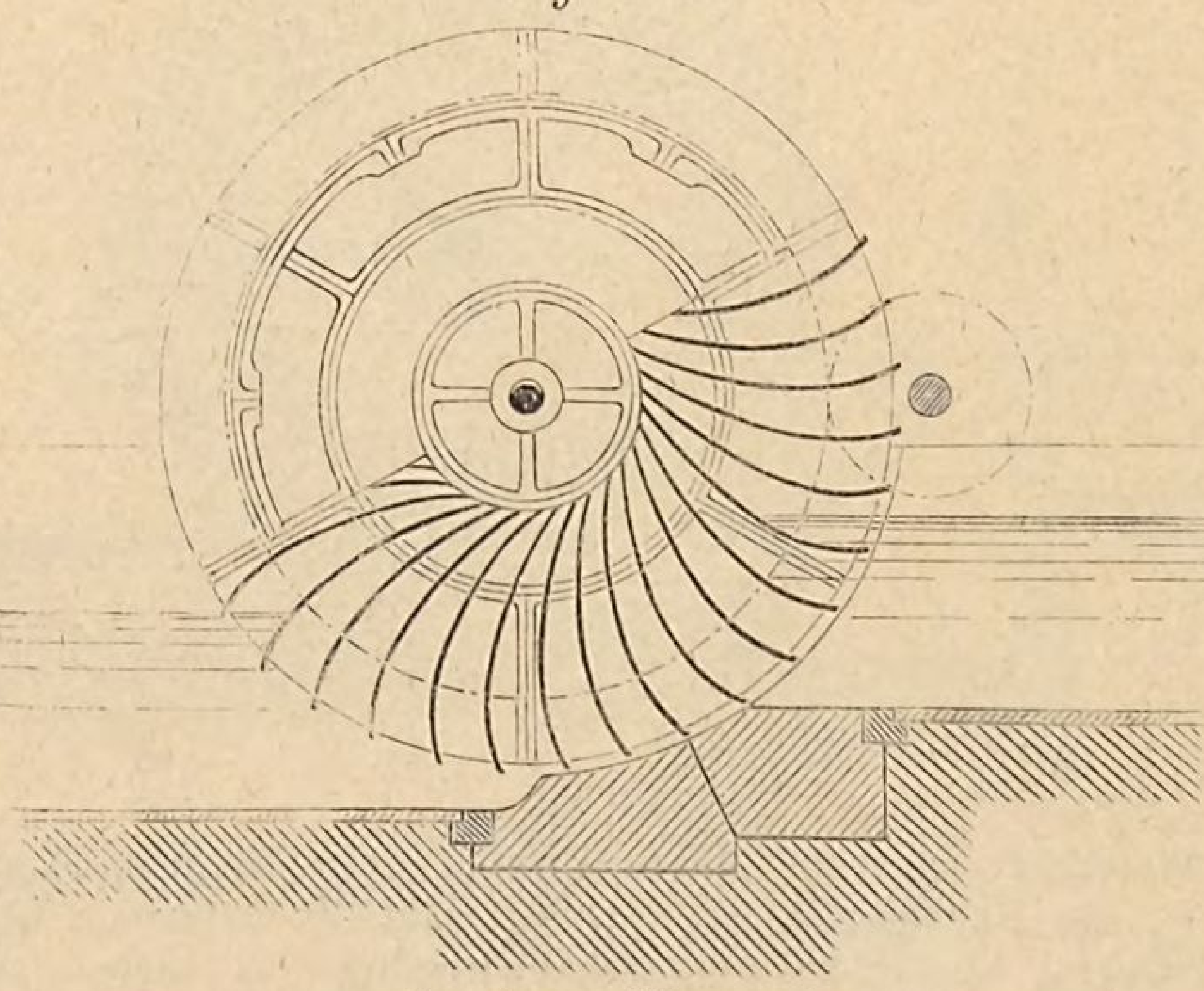
deutende Strahldicke für das eintretende Wasser, demnach auch eine grosse Radtiefe ($^1/_2$ bis $^2/_3$ des Radhalbmessers). Die Anzahl der Schaufeln beträgt 60 bis 180, je nach Grösse der Räder, die Schaufeltheilung ist klein. Die Schaufeln stehen nicht radial, sondern schief, das heisst tangentiell an einen zum Radumfang concentrischen Kreis und zeigen entweder ganz ebene Flächen, oder sie sind mit einem kurzen geknickten Vorderansatz versehen. Auch schwach gekrümmte Schaufelformen stehen in Anwendung. Das Wasser wirkt beim Sagebien-

rad nur durch sein Gewicht, die Umfangsgeschwindigkeit ist gering und variirt bei verschiedenen Ausführungen zwischen 0·5 und 1 Meter; ebenso verhält es sich mit der Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers, welche 0·6 bis 0·8^{m} beträgt. Das Rad besitzt in Folge dessen auch nur sehr geringe Tourenzahlen und eignet sich deshalb mehr zum Antriebe von langsam arbeitenden Maschinen (beispielsweise für Pumpwerke). Die Räder müssen ein Kropfgerinne mit geringem Spielraum erhalten und wie aus der Fig. 5372 ersichtlich ist, watet das Rad tief im Unterwasser. Letzterer Umstand ist hier ebensowenig wie bei den früheren unterschlächtigen Rädern von schädlichem Einfluss. Sagebienräder mit grösserer Umfangsgeschwindigkeit werden mit Ueberfallschütze (vor dem Rade liegend) ausgestattet. Räder nach diesem System liefern bei solider und richtiger Ausführung sehr günstige Wirkungsgrade, welche zwischen 0·6 und 0·68 liegen. Im allgemeinen wird der Wirkungsgrad um so günstiger, je grösser der Raddurchmesser im Verhältniss zum Gefälle genommen wird. Man macht den Diameter gleich 3 bis 5 h (h = Gefälle) und geht bei kleinen Gefällen von 0·5 bis 0·6^{m} selbst bis auf 10 h wobei Nutzeffecte von 70 Proc. erreichbar sein sollen. Die Sagebienräder werden am besten mit eiserner Welle, Gussrosetten und Armen aus ⊓-Eisen hergestellt. Die letzteren können durch kreisförmig gebogene Winkelschienen verbunden werden, welche Flachschienen zur Befestigung der Holzschaufeln aufnehmen. Auf diese Weise wird eine Construction von grosser Steifheit bei einem verhältnissmässig geringen Gewichte erzielt. Auch Ausführungen in Holz sind üblich, doch erscheinen diese bei den grossen Dimensionen dieser Räder wenig am Platze.

Nur selten versieht man diese Räder mit geschlossenen Radkränzen (Seitengetäfer), gewöhnlich sind sie nach der Seite hin offen. Die hiedurch bedingte leichte Zugänglichkeit gestattet die Sagebienräder auch bei Wasserläufen in Anwendung zu bringen, welche Grundeis führen, weil das Auseisen bequem vorgenommen werden kann.

Für dieselben Verhältnisse in Bezug auf Gefälle und Wassermenge sind auch die W a s s e r r ä d e r S y s t e m Z u p p i n g e r, auch N i e d e r g e f ä l l r ä d e r genannt, geeignet. Fig. 5374. Im Allgemeinen erhalten sie kleinere Durchmesser als

Fig. 5373.



Zuppingers Wasserrad.

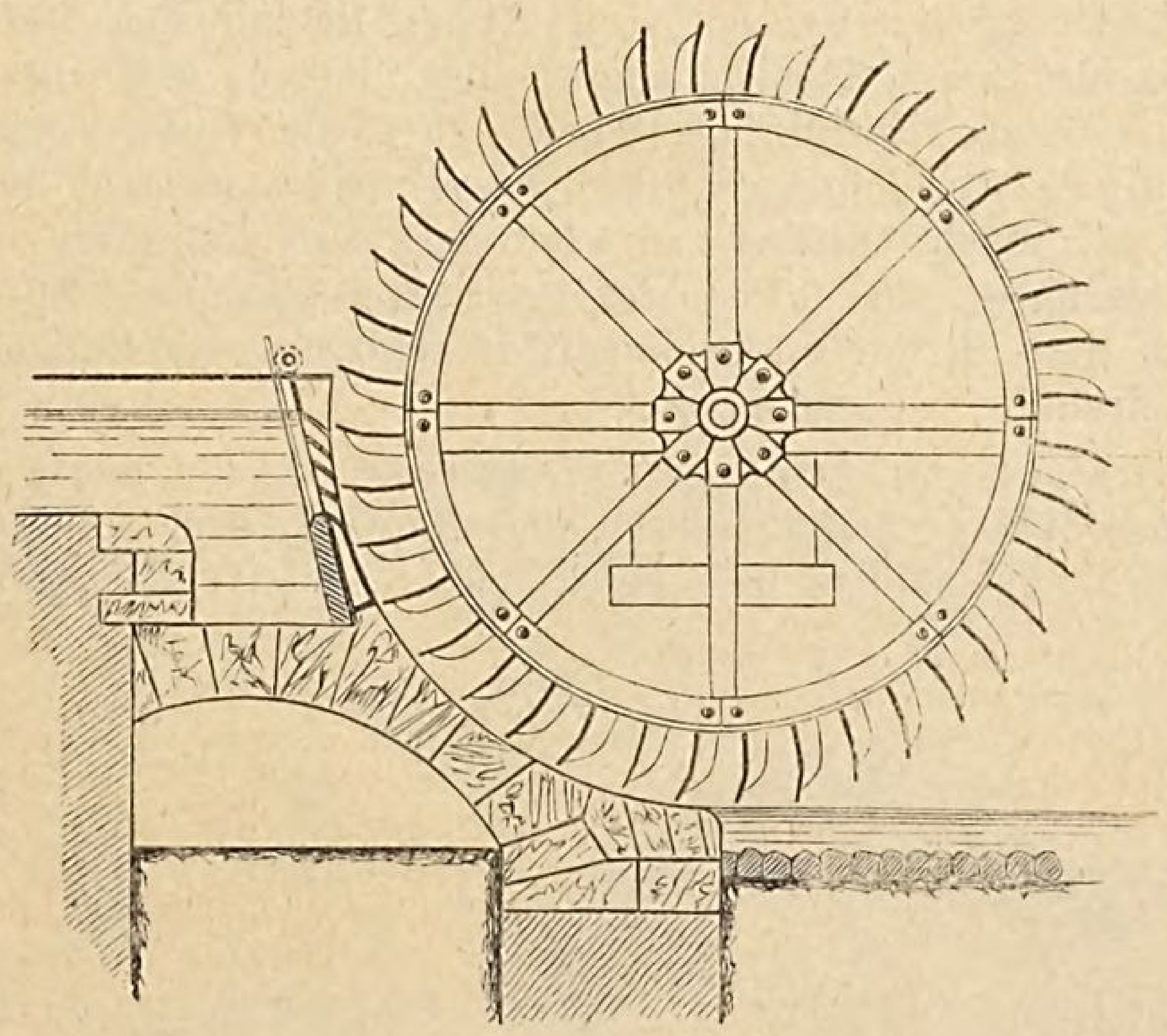
die Sagebienräder. Die Schaufeln sind gekrümmt und zwar von der Einlaufsstelle nach aufwärts, wodurch einem eventuellen Ausgiessen des Wassers nach

der Innenseite des Rades begegnet werden soll. Die Umfangsgeschwindigkeit beträgt 1 bis 1·5^{m} pro Secunde und das Wasser tritt ohne Stoss in das Rad ein. Die Radtiefe ist ebenfalls sehr bedeutend und tauchen diese Räder bis $^{1}/_{3}$ derselben ins Unterwasser. Der Wirkungsgrad kann nach vorgenommenen Bremsversuchen für Gefälle von 0·5 bis 1·0^{m} mit 65 Proc. für Gefälle von 1·0 bis 2·0^{m} mit 70 Proc. angenommen werden. Diese percentischen Werthe bleiben nahezu unverändert, wenn auch die zulaufende Wassermenge sinkt und deshalb hat Zuppinger diese Räder mit einer Turbine combinirt bei Wasserläufen angewendet, welche variable Wassermengen führen. Die mit dem Wasserrad gekuppelte Turbine besitzt eine sehr einfache Construction und wird immer voll beaufschlagt, während das Wasserrad die variablen Wassermengen aufnimmt.

2. Die mittelschlächtigen Wasserräder (*roue hydraulique de côté — middle shot wheel*) kommen für Gefälle von 2·5 bis 4·5^{m} und für Wassermengen von 0·5 bis 2·0 Kubikmeter und darüber in Anwendung. Die Radachse liegt hierbei in der Höhe des Oberwasserspiegels, so dass der mittlere Radhalbmesser gleich dem Gefälle oder wenig verschieden von demselben wird. Die mittelschlächtigen Räder construirt man ausschliesslich als Schaufelräder. Bezüglich der Form und Gestalt der Schaufeln gilt das bei den Kropfrädern bereits gesagte. Nur die Zuführung des Wassers zum Rade kann in anderer Weise erfolgen und sind hierfür mehrfache Anordnungen gebräuchlich. So besitzt das

Schaufelrad mit Ueberfalleinlauf eine Schütze, welche einem stellbaren Ueberfall gleicht. Nach der Darstellung der Figur 5372, pag. 341, welche die ähnliche Schützenanordnung beim Sagebienrade zeigt, wird diese

Fig. 5374.



Schaufelrad mit Coulisseneinlauf.

Schütze durch einen schiefliegenden hölzernen Schieber gebildet, welcher oben mit einer schnabelartigen, nach einer Parabel gekrümmten Leitfläche versehen ist. Ein einfacher Zahnstangenmechanismus erlaubt das Heben oder Senken der Schütze und hiedurch erreicht man, dass das Wasser ohne Stoss in das Rad eintritt und in demselben nur durch sein Gewicht wirkt. Solche Schaufelräder mit Ueberfalleinläufen bringt man gerne für die unteren und mittleren Werthe der oben angegebenen Gefällsgrenzen und Wassermengen in Anwendung. Die Umfangsgeschwindigkeit beträgt hier circa 1·5^{m} und der Wirkungsgrad kann auf

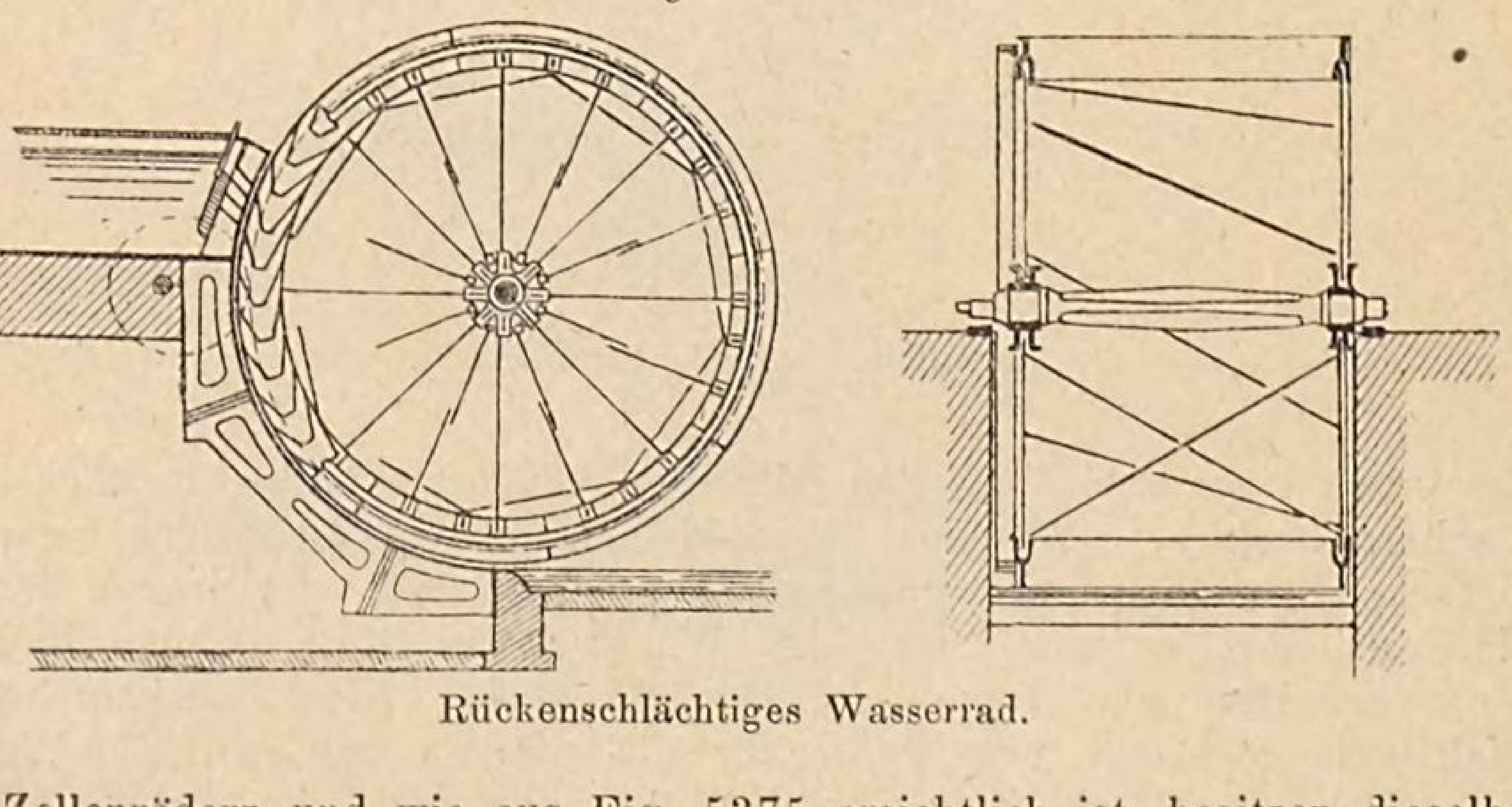
60 bis 65 Proc. veranschlagt werden, wenn die Construction des Rades eine tadellose ist und namentlich das auch hier vorhandene Kreisgerinne keine bedeutenden Wasserverluste verursacht.

Eine andere Art der Wasserzufuhr wird beim Schaufelrad mit Coulisseneinlauf angewendet. Wie aus Fig. 5374 ersichtlich ist, wird hier eine Spannschütze angeordnet, welche in seitlichen Rinnen des eigentlichen Einlaufapparates verschiebbar ist.

Der letztere besteht aus einem durch Seiten und Zwischenschilde gebildeten, kreisförmig gekrümmten Rahmenwerk, welches den Abschluss des Wasserzufuhrcanales bildet. Dieser Rahmen besitzt in seinem oberen offenen Theil mehrere (gewöhnlich 3 bis 5) parabolisch gekrümmte, aus Blech hergestellte Leitflächen, die sogenannten Coulissen. Ist nun die Spannschütze niedergelassen, so gleitet das Wasser durch diese Coulissenräume in das Rad. Hiedurch erhält es eine richtige Führung und Leitung, so dass es gewissermassen nur in vollständig geordneten Strahlen in die Schaufelräume des Rades gelangt. Jede Unregelmässigkeit in der Bewegung des Wassers, jede Wirbelbildung wird hier vermieden und dadurch wesentlich zu einem höheren Wirkungsgrad beigetragen. Die Anzahl der Coulissen bestimmt sich natürlich aus der disponiblen Wassermenge; die Entfernung zweier Coulissen von einander, die Theilung derselben wird gering, höchstens gleich dem dritten Theil der Kranzbreite des Rades genommen. Der Endpunkt der ersten Coulisse liegt 0·3^{m} unter dem Wasserspiegel und bestimmt sich hiedurch die Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers. Die Schaufelräder mit Ueberfall oder mit Coulisseneinlauf sind seitlich nicht geschlossen. Zur Uebertragung der geleisteten Effecte an die Transmission benützt man segmentartig gefügte Zahnkränze, welche an dem seitlichen Armsystem befestigt sind und in einem freitragend gelagerten Stirnkolben eingreifen. Je nach ihrer totalen Breite erhalten diese Räder zwei oder drei Armsysteme. In baulicher Beziehung werden hier gerne gemischte Constructionen angewendet, indem man die Schaufeln und die Radarme aus Holz, alle übrigen Theile aber aus Guss, resp. Schmiedeisen herstellt. Nach Fig. 5374 tangirt das Rad das Unterwasser und das Kreisgerinne umschliesst es auf einen Quadranten. Bei den Schaufelrädern mit Coulisseneinlauf sind Nutzeffecte von 60 bis 68 Proc. des absoluten Effectes ganz gut erreichbar. Auch diese Räder müssen ventilirt sein, um das Entweichen der Luft aus den Schaufelräumen zu ermöglichen.

3. Die rückenschlächtigen Wasserräder (*roue par derrière — high-breast-wheel*) sind zunächst dadurch charakterisirt, dass der Wassereinlauf am Rücken des Rades, gewöhnlich 60° unter dem Scheitel stattfindet. Sie gehören

Fig. 5375.



Rückenschlächtiges Wasserrad.

zu den Zellenrädern und wie aus Fig. 5375 ersichtlich ist, besitzen dieselben am inneren Umfange geschlossene Radböden, welche seitlich durch die Radkränze

(Seitengetäfel) begrenzt werden. Hiedurch wird der Raum gebildet, in welchen die Zellen eingebaut sind. Ist die Construction der Zellen in Holz durchgeführt, so heisst der durch den Radboden gebildete Theil desselben die Bodenschaufel, An diese schliesst sich die radial stehende, auf die halbe Radtiefe sich erstreckende Riegelschaufel und die Begrenzung nach aussen wird durch die Wasserschaufel gebildet. Letztere wird zuerst vom eintretenden Wasserstrahl getroffen, ihre Lage ist theoretisch durch die Richtung der relativen Wassereintrittsgeschwindigkeit bestimmt. Die so präcisirte Lage der Wasserschaufel sichert die Vermeidung jeder Stosswirkung beim Wassereintritt und die Wirkung des Wassers im Rade wird nur durch dessen Druck und Gewicht erzielt. Erhält das Rad Zellen aus Blech, so werden diese nach einer continuirlichen Curve geformt, welche die früher erwähnte Gestalt einhüllt. Die rückenschlächtigen Wasserräder erhalten am zweckmässigsten eine Wassereintrittsgeschwindigkeit von 3 Meter gleich der doppelten Umfangsgeschwindigkeit des Rades. Das Füllungsverhältniss (siehe oben) der Zellen wird klein, am günstigsten $^1/_4$ oder $^1/_3$ genommen und die Zellen müssen sämmtlich am Radboden mit Ventilationsöffnungen (aus früher erwähnten Gründen) ausgestattet sein. Die Räder dieses Systems erhalten fast ausnahmslos den Wassereinlauf durch Coulissen, wodurch die bereits erwähnten Vortheile der letzteren auch hier erreicht werden.

Die Räder tangiren gewöhnlich im Unterwasserspiegel, doch kann auch ein Waten derselben im Unterwasser stattfinden, ohne den Wirkungsgrad wesentlich zu beeinflussen. Die Begründung hierfür liegt theils in der geringen Umfangsgeschwindigkeit, theils darin, dass die Bewegungsrichtung des abfliessenden Unterwassers und die Drehbewegung des Rades zusammenfallen. Aus diesem Grunde ist das rückenschlächtige Rad sehr gut bei solchen Wasserkräften anwendbar, welche ein variables Gefälle besitzen Um eine möglichst hohe Ausnützung der Wasserkraft durch solche Räder zu erzielen, muss dahin getrachtet werden, dass der wasserhaltende Bogen gross wird, die Zellen also in möglichst tiefer Lage ihren Wasserinhalt abgeben. Dieses kann unter anderen erreicht werden durch die Ueberdeckung der Wasserschaufeln, welche auch meist $^1/_4$ bis $^1/_5$ der Schaufeltheilung beträgt. Die Räder dieses Systems gewähren bei guter Ausführung ca. 70 Proc. Wirkungsgrad und werden zwischen den Gefällsgrenzen von 3 bis 8^m und für Wasserbeaufschlagungen von 0·3 bis 1·3 Kubikmeter und darüber angewendet.

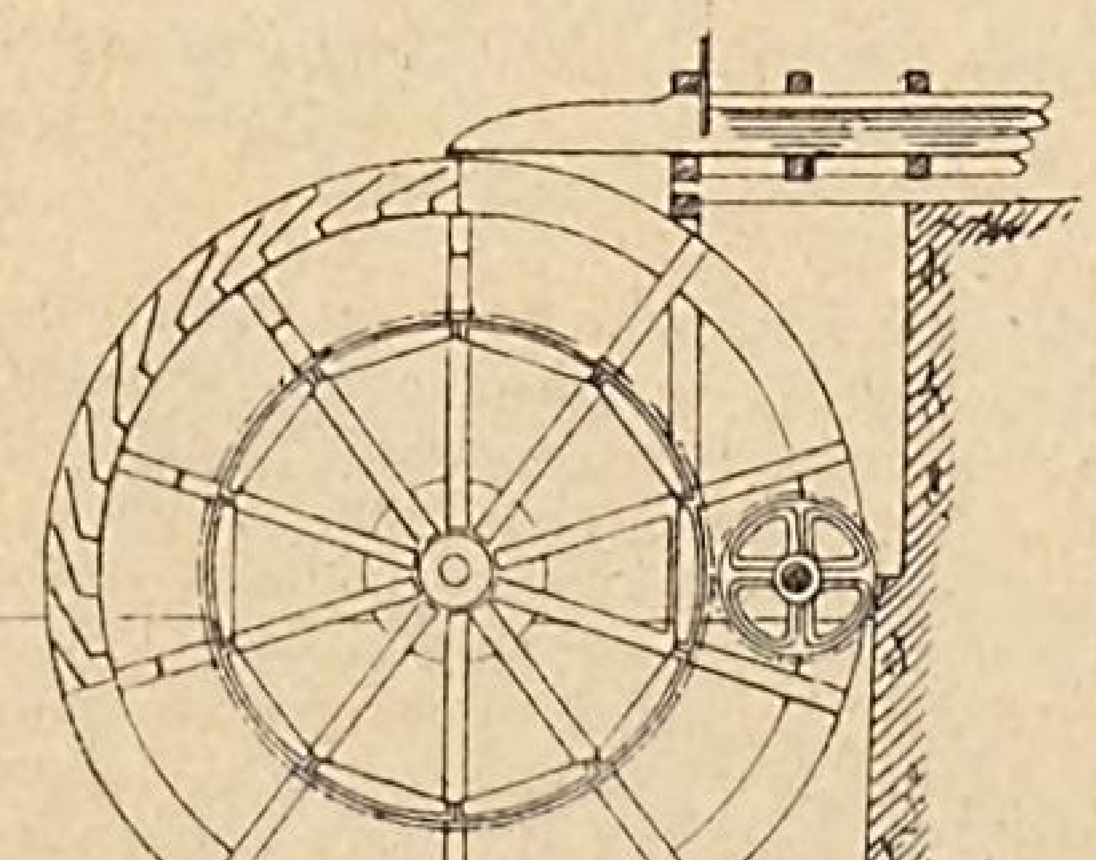
Bezüglich des constructiven Aufbaues ist zu bemerken, dass hier entweder gemischte Constructionen in Holz und Eisen, oder auch ganz eiserne Constructionen in Anwendung kommen. In letzterer Beziehung wird das Suspensionsprincip gerne zur Ausführung gebracht, dessen Grundgedanke darin besteht, den Armsystemen und der Radachse jede Fortleitung von mechanischer Arbeit, also die Aufnahme tordirender Momente zu ersparen. Man erreicht dies, wenn der Zahnkranz, welcher den Effect an die Transmission zu vermitteln hat, unmittelbar am Radkranz (resp. am Seitengetäfel) aufgesetzt wird. Die ganze, dem Wasser entzogene Arbeit fliesst alsdann direct durch die Radkränze in den Zahnkranz und von diesem nach der Transmission ab, ohne die Radarme oder Achse zu passiren. Die Radarme können alsdann die Gestalt kreisrunder Stangen (Radialstangen) erhalten, welche nurmehr das Gewicht der ganzen Construction zu tragen haben. Damit aber der so geschaffene Bau auch die nöthige Steifheit gegen seitliche Schwankungen besitzt und um ein Verwinden des einen Radkranzes gegen den anderen zu verhüten, müssen ausserdem Diagonalstangen und Umfangsstangen angewendet werden. Die ersteren gehen von der auf der Achse sitzenden Rosette diagonal zum gegenüberstehenden Radkranz und umgekehrt, die letzteren aber laufen am inneren Umfang des Radbodens von einem Radkranz zum anderen und schützen gegen das Verwinden. Die Radial-, Diagonal- und Umfangsstangen müssen mit Vorrichtungen versehen sein, durch welche jeder einzelnen Stange die nöthige Spannung ertheilt werden kann. Hierfür werden passend meistens Keilschlösser angewendet. Aus der Fig. 5375 ist die Anordnung dieser verschiedenen Gruppen von Stangen ohne weiters klar ersichtlich. Der Bau solcher eiserner Suspensionsräder ist demnach ziemlich complicirt, er besitzt aber auch einen äusserst soliden Charakter und gewährt für eine Reihe von Jahren einen sicheren und ungestörten Betrieb. Diese Construction hat sich in sehr vielen Fällen industrieller Verwendung (namentlich für grössere Effecte bis 80 Pferdekräfte) bestens bewährt. Das grösste Rad dieser Art existirt zu Greenock in Schottland. Es benützt ein Gefälle von $19{\cdot}5^m$ und eine secundliche Aufschlagsmenge von $0{\cdot}9^{cbm}$. Der Durchmesser des Rades beträgt $21{\cdot}35^m$, seine Breite $3{\cdot}81^m$; es sind 160 Zellen vorhanden, der Zahnkranz hat 704, das eingreifende Getriebe 62 Zähne und das

Totalgewicht dieses ganz in Eisen ausgeführten, wahrhaft kolossalen Rades, welches einer Baumwollspinnerei dient, beträgt 117 Tonnen.

Eine sehr interessante Variation im Baue der rücken-, eventuell mittelschlächtigen Wasserräder ist durch das Wasserrad von Millot, Wasserrad mit Inneneinlauf gegeben. Der Zuflusscanal umgibt in seinem letzten Theile gabelförmig das Rad und endigt in zwei Einläufe, welche an der Innenseite des Rades angeordnet sind. Der Radboden fehlt und die Zellen besitzen eine gekrümmte, nach dem äusseren Umfang hin länger gestreckte, Form. Das Wasser tritt am inneren Umfang des Rades in die Zelle ein und verlässt dieselbe während des allmäligen Niedersinkens am äusseren Umfange. Während also bei den früheren Constructionen Ein- und Austritt des Wassers stets längs derselben Zellenkante erfolgt, sind diese Functionen beim Millot-Rad getrennt und kann demnach die Zelle am inneren und äusseren Umfang jene Form erhalten, welche den günstigsten Ein- und Austritt erzielen lassen. In der That wurden sehr günstige Resultate mit so construirten Rädern erzielt und Wirkungsgrade von 80 Proc. der absoluten Wasserkraft constatirt. Der Eintritt des Wassers ist in verschiedenen Höhen zulässig, so dass das Rad mittel- oder rückenschlächtig sein kann. Die günstigsten Resultate wurden erreicht beim Wassereintritt in der Nähe der Radachse. Das Rad kann auch ohne bedeutenden Verlust am Wirkungsgrade im Unterwasser waten, wozu namentlich die günstige Zellenform und die geringe Umfangsgeschwindigkeit (1 bis 1·2^{m}) beiträgt. Ein weiterer Vortheil des Millotrades ist endlich darin zu finden, dass es kein Kropf- oder Kreisgerinne nöthig hat. Trotz all' der günstigen Momente, welche für das Millot-Rad sprechen, ist die Anwendung desselben in der Praxis doch eine ziemlich beschränkte geblieben. Der Grund hierfür liegt in der geringen Stabilität, welche dem Bau solcher Räder bei halbwegs grösseren Radbreiten (resp. grösseren Wassermengen) eigen ist. Das Rad kann in Folge der im Inneren vorhandenen Wassereinlaufsapparate nur ein einziges, in die mittlere Radebene fallendes Armsystem erhalten. Dieses kann nun allerdings steif genug hergestellt werden, allein die hieran sich anschliessenden Schaufeln hängen nach aussen hin frei und müssen unter der Wasserfüllung genau ausbalancirt bleiben. Dieser Umstand macht das System nur für geringe Radbreiten, also kleinere Wasserläufe anwendbar und selbst hiefür fällt die Construction in Folge der nothwendigen Exactheit derselben ziemlich kostspielig aus.

4. Die oberschlächtigen Wasserräder (*roue hydraulique en dessus — overshot wheel*) besitzen den Einlauf des Wassers am Scheitel des Rades und sind selbstverständlich Zellenräder. Die allgemeine Disposition eines solchen Rades ist einfach und aus Fig. 5376 zu entnehmen. Die Drehrichtung des Rades und der Bewegungssinn des abfliessenden Unterwassers sind hier entgegengesetzt gerichtet. Aus diesem Grunde dürfen oberschlächtige Wasserräder niemals im Unterwasser tauchen oder waten, weil sonst erhebliche Effectsverluste sich ergeben müssten und der Wirkungsgrad empfindlich herabgezogen würde. Dieses Radsystem setzt demnach constantes Gefälle voraus. Kommt es aber in Fällen zur Anwendung, bei welchen ein zeitweiliges Aufstauen des Unterwassers eintritt, so muss das Rad freihängend disponirt werden, d. h. der untere Scheitel des Rades ist so weit über den normalen Unterwasserspiegel zu legen, dass im Falle einer Aufstauung das Waten des Rades nicht eintreten kann. Selbstverständlich repräsentirt die, durch das Freihängen bedingte Gefällshöhe einen bestimmten Effectsverlust. Die oberschlächtigen Räder können für Gefälle von 3 bis 10, ja selbst 12^{m} und für Wassermengen bis zu 1 Kubikmeter pro Secunde sehr gut in Anwendung kommen. Ihr Wirkungsgrad schwankt für Gefälle von 3 bis 5^{m} zwischen 50 und 60 Proc. und für Gefälle von 5 bis 12^{m} zwischen 65 bis 75 Proc. Bei einer vorzüglichen constructiven Ausführung kann derselbe namentlich bei höheren Gefällen selbst 80 Proc. erreichen. Der Wirkungsgrad vermindert sich nicht bei Zufluss einer geringeren, als der normalen Wassermenge, ja er kann sich sogar etwas erhöhen und aus diesem Grunde bilden die oberschlächtigen Wasserräder ganz vorzügliche Motoren, wenn es sich um die Ausnützung veränderlicher Wasser-

Fig. 5376.



Oberschlächtiges Wasserrad.

mengen bei constanten Gefällen handelt. Das Wasser tritt bei diesem System ohne Stoss in das Rad ein und wirkt nur durch sein Gewicht. Hieraus ergibt sich rücksichtlich eines hohen Nutzeffectes die Nothwendigkeit, das Ausgiessen der Zellen erst spät, an den untersten Theilen des Radumfanges eintreten zu lassen. Der wasserhaltende Bogen des Rades soll sonach möglichst gross sein und dies kann erreicht werden durch eine geringe Füllung und eine entsprechende Form der Zellen (Ueberdeckung der Wasserschaufel). Diese Räder müssen übrigens schon darum geringe Füllung ($^1/_5$ bis $^1/_4$) erhalten, weil sie nicht ventilirt werden können. Der austretenden Luft muss sonach genügend freier Querschnitt zwischen dem Wasserstrahl und den Zellenwänden zur Vermeidung jeder Wirbelbildung und sonstigen Unregelmässigkeit geboten werden. Die Form der Zellen ist ähnlich wie jene der rückenschlächtigen Wasserräder. Damit das Wasser beim Eintritte nicht verspritzt werde, muss der kleinste Abstand zwischen den Wasserschaufeln zweier benachbarten Zellen, d. i. die Schluckweite des Rades entsprechend bemessen sein. Man macht zweckmässig die Schluckweite doppelt so gross als die Dicke des eintretenden Wasserstrahles. Der Einlauf wird in seiner Bodenwandung nach einer Parabel gekrümmt und besitzt entweder unmittelbar über dem Scheitel des Rades oder in einiger Entfernung davon eine Spannschütze, welche die Strahldicke und durch die Höhe des hinter derselben aufgestauten Oberwassers auch die Geschwindigkeit des eintretenden Wassers regulirt. Die oberschlächtigen Räder erhalten in constructiver Beziehung sehr verschiedenartige Ausführungen. Man baut solche Räder ganz aus Holz oft in sehr primitiver Art zum Antriebe kleinerer Mahl- und Sägemühlen, von Schwanzhämmern, Pochwerken etc. oder es gelangt Holz und Eisen in verschiedenen Combinationen bezüglich der einzelnen Raddetails zur Verwendung. Für grössere Anlagen sind auch Räder ganz in Eisen und zwar nach dem Suspensionsprincip in vorzüglichster Art in vielfacher Anzahl ausgeführt. Der Zahnkranz zur Transmittirung des Effectes ist entweder an einem seitlichen Armsysteme oder am Seitengetäfer (Radkranz) angeordnet. Des langsamen Ganges wegen erfordern diese Räder ebenso wie die rückenschlächtigen meist eine stark übersetzte Transmission zu den in Antrieb befindlichen Arbeitsmaschinen, wodurch der Vortheil des hohen Wirkungsgrades wieder theilweise verloren geht.

Eine besondere Einrichtung erhalten die oberschlächtigen Wasserräder, wenn sie zur Bewegung von Treibkörben für bergbauliche Förderungszwecke benützt werden. In diesem Falle muss das Wasserrad abwechselnd die rechts- oder linkssinnige Drehrichtung entsprechend dem Heben oder Senken des Fördergefässes annehmen können. Solche Räder nennt man Kehrräder.

Durch eine in der Mitte der totalen Radbreite angeordnete, den Radkränzen parallele Wand ist das ganze Rad eigentlich in zwei Theile getheilt. Jeder derselben ist mit einer Schaufelung, resp. mit Zellen versehen, jedoch stehen die, die Wasserschaufeln bildenden Zellenwände in beiden Radabtheilungen entgegengesetzt zu einander. Das Gerinne ist derart eingerichtet, dass durch Oeffnen und Schliessen geeigneter Schützen der Eintritt des Wassers auf die eine oder die andere Hälfte des Kehrrades erfolgen kann, wodurch die entgegengesetzt gerichteten Drehsinne des Rades dem Förderungszwecke entsprechend erreicht werden. Solche Kehrräder haben im Bergbau bei den Wasserradgöppeln vielfache Anwendung gefunden.

Am Schlusse des Capitels über die eigentlichen Wasserräder sei noch der Construction von Rädern gedacht, welche im offenen Strome liegend, eine zur Wasserbewegung parallele Achse besitzen. Diese Räder sind windflügelartig gebaut, haben also schief zur Achse gestellte, ebene oder gekrümmte Schaufeln und liegen bis nahe zur Radachse entsprechend gelagert im fliessenden Wasser. Derlei Räder wurden zum Antrieb kleiner Pumpwerke für Badehäuser, Wasserstationen für Bahnen etc. wiederholt in Anwendung gebracht, wobei nur geringe Effecte von $^1/_2$, 1 oder höchstens 2 Pferdekräften benöthigt wurden. Diese Räder führen nach ihrem ersten Erbauer den Namen Sprengel'sche Wasserräder.

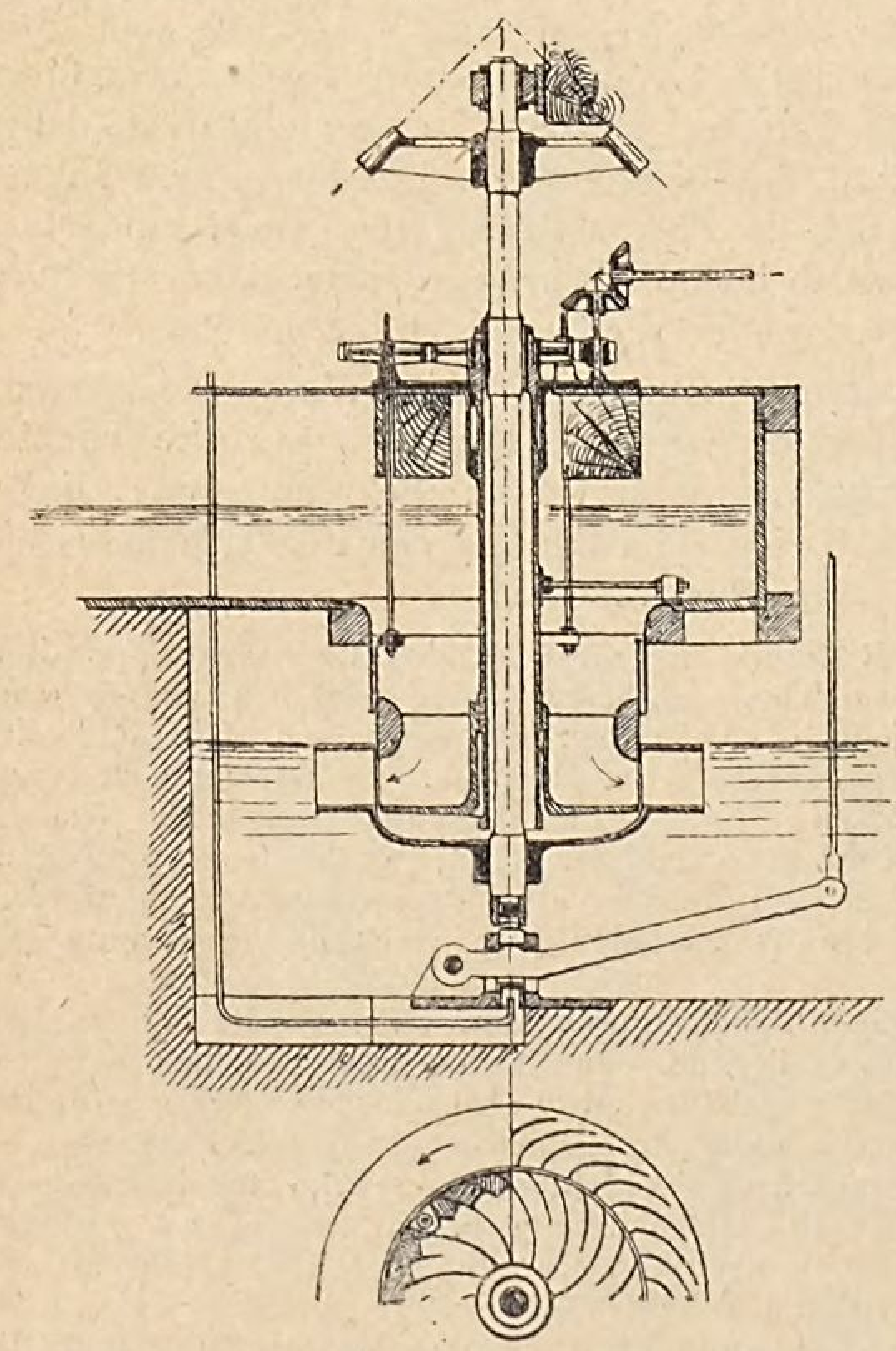
Auch die bekannte Erscheinung der Ebbe und Fluth an den Meeresküsten und die hiedurch veranlasste Wasserbewegung hat man motorisch zum Antriebe von unterschlächtigen Wasserrädern auszunützen gesucht, doch scheint dieses Princip eine allgemeinere Anwendung nicht gefunden zu haben.

Literatur über Wasserräder. Von grösseren Werken sind hier zu nennen: Gerstner: Handbuch der Mechanik, Navier: Architecture hydraulique, Neumann: Der Wassermühlenbau, Fairbairn: Treatise on mills and mill works, Morin: Experiences sur

les roues hydrauliques, Poncelet: Memoire sur les roues hydrauliques à aubes courbes, Armengaud Moteurs hydrauliques, — Redtenbacher: Theorie und Bau der Wasserräder — ein wahrhaft classisches Werk, — Weissbach-Hermann: Ingenieur-Mechanik, Rühlmann: allgem. Maschinenlehre, — Bach: die Wasserräder etc.

B. Die Turbinen (*turbine — tube-wheel*) bilden jene grosse Classe der hydraulischen Motoren, bei welchen das Wasser durch seine lebendige Kraft zur Wirkung kommt. Die einfachste Anordnung eines solchen Motors besteht principiell in einer Reihe von Zellen, welche durch eigenthümlich gekrümmte Schaufeln gebildet und radförmig angeordnet sind. Dem so entstehenden eigentlichen Laufrade der Turbine wird das Betriebswasser entweder direct aus dem Gerinne oder durch einen eigenthümlichen Leitapparat zugeführt. Das Wasser strömt durch die Schaufelräume des Laufrades hindurch und gibt hiebei seine lebendige Kraft an die Schaufelwände ab, wodurch das Rad zum Umtriebe gezwungen wird. Dabei kann die Achse des Rades horizontal oder vertical angeordnet sein, beide Dispositionen stehen im Gebrauche der grossen Praxis, obwohl die verticale Achsenstellung die häufigere ist. Die Geschichte der Turbinen greift bis in die ältesten Zeiten zurück. Sie scheinen aus dem Bestreben entstanden zu sein, die Mühlsteine direct durch einen Motor anzutreiben. Als eine ihrer einfachsten ursprünglichen Formen können die sogenannten Löffelräder angesehen werden, welche noch heute in manchen Gebirgsländern in vereinzelter Anwendung stehen. Die Löffelräder besitzen an einer verticalen Achse eine Reihe von löffelartig gestalteten Schaufeln, welche radförmig in einer horizontalen Ebene angeordnet sind. Das Wasser fällt durch eine Schussgerinne in die Schaufeln und zwingt das Rad zur raschen Drehung. Selbstverständlich erfolgt hier die Wirkung des Wassers hauptsächlich durch Stoss und insoferne hat diese alte Construction nichts gemein mit denjenigen Motoren, welche wir heute als Turbinen bezeichnen. Unter den späteren Ausführungen verdient das Segner'sche Reactionsrad hervorgehoben zu werden, welches auf dem bekannten Principe der Reaction des Wassers aufgebaut war und welches seinen vorzüglichsten Repräsentanten in der von Whitlaw zuerst gebauten Schott'schen Turbine fand.

Fig. 5377.



Fourneyrons-Turbine.

Die erste, wirklich den Namen einer Turbine im heutigen Sinne des Wortes verdienende Construction verdanken wir dem französischen Ingenieur Fourneyron, welcher um das Jahr 1830 damit auftrat.

Die Fourneyron-Turbine besitzt (siehe Fig. 5377) folgende Einrichtung. An einer verticalen Welle sitzt nahe ihrem unteren Ende das eigentliche Laufrad, welches eine tellerförmige Gestalt zeigt und zwischen zwei parallel über einander liegenden Radkränzen eine Reihe von gekrümmten Schaufeln aufnimmt (siehe den Grundriss zu obiger Figur). Die Schaufeln verbinden somit auch gleichzeitig die beiden Radkränze und bilden in ihrer Tangente mit dem inneren Umfang des

Rades einen Winkel von nahezu 90°. Dagegen treffen die äusseren Elemente der Schaufeln den äusseren Radumfang unter einem viel kleineren Winkel. Die Welle ist nahezu auf ihre ganze Länge von einem cylindrischen Rohre umgeben, welches oben in geeigneter Weise auf einem entsprechenden Gerüste fest aufgehangen ist. Am unteren Ende aber nimmt das Rohr durch eine Nabe eine kreisrunde Platte auf, welche zwischen sich und dem inneren Umfange des Laufrades eine kleine cylindrische herumlaufende Spalte frei lässt. Die vollkommen fixirte Platte nimmt nun eine zweite Reihe von Schaufeln auf, welche, wie der Grundriss zeigt, von innen gegen den Spalt allmälig sich krümmend und der Form der Laufradschaufeln entgegengesetzt gerichtet verlaufen. Diese Schaufeln bilden in ihrem Zusammenhang das Leitrad, dessen Aufgabe darin besteht, das Wasser bei seinem Durchgange zu möglichst regelmässiger Bewegung zu veranlassen und dasselbe in geordneten, jede Wirbelbildung ausschliessenden Strahlen dem Laufrade zuzuführen.

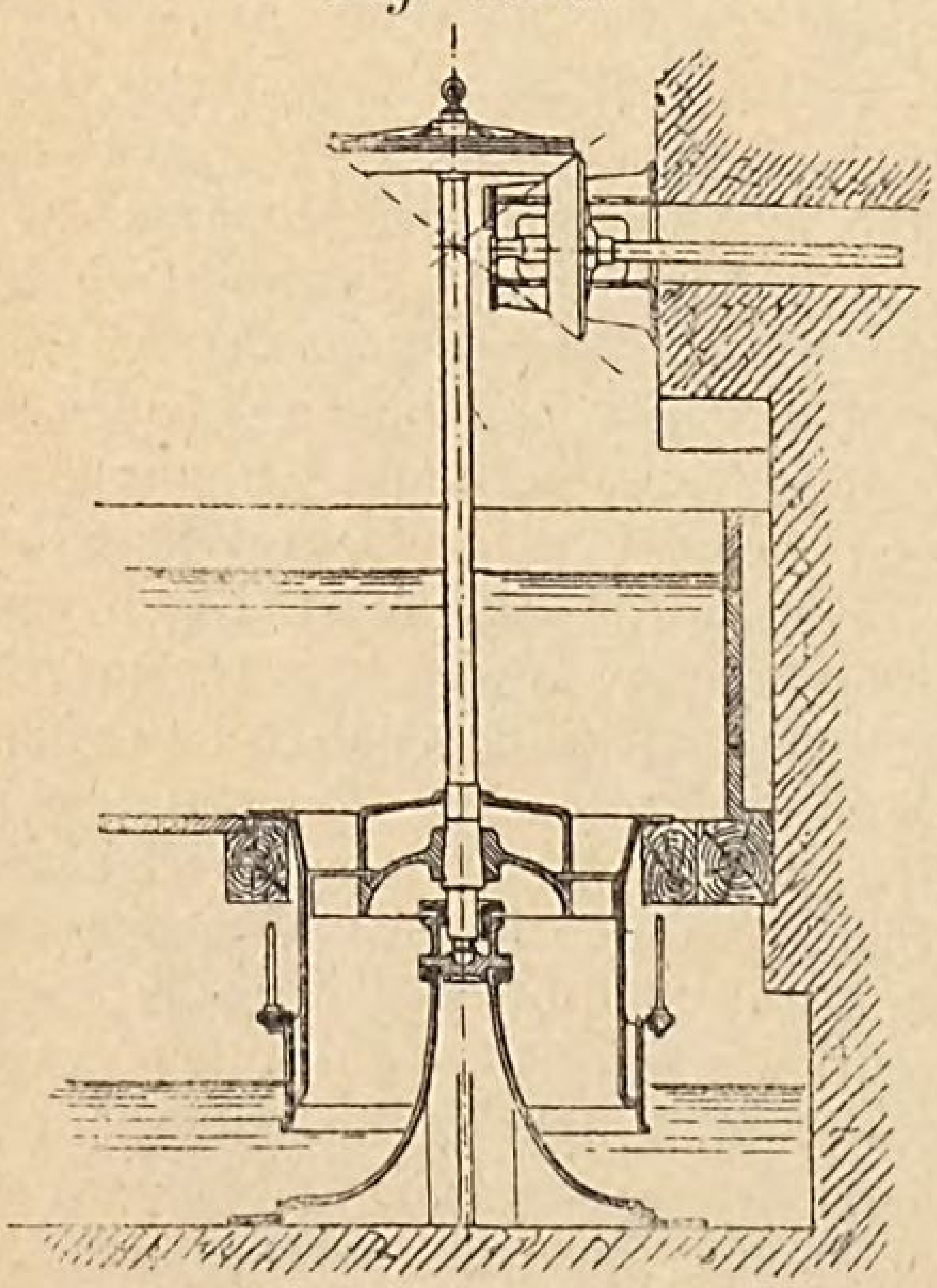
In den Spalt kann eine ringförmige, aus dünnem Blech hergestellte, nach oben hin mit einer Lederstulpdichtung abschliessende Ringschütze durch einen geeigneten Mechanismus eingeschoben werden. Diese Schütze ist mit einer Reihe entsprechend geformter Holzklötze garnirt, welche sich mit ihr zwischen den Enden der Leitradschaufeln bewegen lassen. Ihr Zweck besteht darin, das Wasser in parallelen Fäden dem Laufrade zuzuführen. Das Aufschlagswasser tritt aus dem Oberwassercanal mit geringer Geschwindigkeit in den Wasserkasten der Turbine ein und fällt durch die im Aufriss ersichtliche schachtförmige Oeffnung im Boden des Wasserkastens in das Leitrad. Indem es hier nunmehr die Leitradzellen durcheilt, tritt es durch den Spalt ins Laufrad und übt in Folge seiner Tendenz geradlinig weiterzugehen, eine Pressung auf die gekrümmten Schaufeln des Laufrades aus. Letztere zwingen das Wasser seine Richtung ihrer Form anzupassen, hierbei die Laufradzellen zu durcheilen und am äusseren Umfang das Rad zu verlassen, um in das Unterwasser überzutreten. Durch diese Pressungen wird das Laufrad zum Antriebe gezwungen und hiedurch auch die an seiner Welle hängende Transmission zur Bewegung bestimmt, wodurch der dem Wasser entzogene mechanische Effect weitergeleitet wird. Das Wasser tritt in einer der Umdrehungsrichtung entgegengesetzten Art aus dem Rade. Jede Stosswirkung ist hier durch die sorgfältige Führung des Wassers und namentlich dadurch vermieden, dass in Folge der Schaufelconstruction die relative Bewegungsrichtung des Wassers beim Eintritte in das Rad genau mit der Tangente an das erste Element der Radschaufel zusammenfällt. Durch Höher- und Tieferstellen der früher erwähnten Ringschütze kann die Höhe des durcheilenden Wasserstrahles also die zutretende Wassermenge selbst regulirt oder durch gänzliches Senken der Schütze die Turbine vollständig abgestellt werden. Fourneyron versah seine damals grosses Aufsehen verursachende Turbine überdies mit einer Reihe wohldurchdachter constructiver Details, von welchen namentlich die Construction des unteren, ganz im Wasser liegenden Spurzapfens, die Art seiner Oelung und Instandhaltung zu bemerken ist. Aus der Figur ist zu ersehen, dass die Fourneyron Turbine in ihrer anfänglichen Gestalt ganz ins Unterwasser taucht. Der Wassereintritt erfolgt von innen nach aussen, gleichzeitig am ganzen inneren Umfang des Laufrades. Turbinen dieser Art lieferten Nutzeffecte von 70 Proc. des absoluten Effectes, wenn der Ringschützen total aufgezogen, also die normale Wassermenge zur Beaufschlagung vorhanden war.

Alles in Allem zusammengefasst zeigt die Founeyron Turbine in ihrer Construction das Bestreben, das Wasser ohne jeden Stoss in das Rad zu leiten, dasselbe in geordneten Strahlen, jede Bewegungsstörung ausschliessenden Art hindurchzuführen und den Austritt des Wassers mit einer möglichst geringen absoluten Geschwindigkeit (welche ja für die Nutzleistung verloren geht) zu erzielen. Gegenüber den bis zum Erscheinen der Fourneyron Turbine allein üblichen Wasserrädern ergibt sich für die gleiche Leistung der Vortheil einer weitaus compendiöseren Anlage, welcher um so bedeutender wird, je höher das verwendete Gefälle ist. Die Turbine lässt sich jedem Gefälle anpassen, Wasserräder aber können

praktisch höchstens Gefälle bis zu 15^m verwerthen. Die bedeutende Rotationsgeschwindigkeit, welche Fourneyron seiner Turbine geben konnte, erfordert in den meisten Fällen nur eine geringe Uebersetzung in der Transmission zu den im Antrieb befindlichen Arbeitsmaschinen. Die geringe Umfangsgeschwindigkeit der Wasserräder erfordert dagegen bedeutende Uebersetzungen, wodurch die Transmissionsanlage theurer und complicirter wird und ausserdem bestimmte Effectverluste bedingt werden. All' die genannten Vortheile erklären den lebhaften Beifall, mit welchem die technischen Kreise seinerzeit das Erscheinen der Fourneyron Turbinen begrüssten. Allein die Praxis fand auch bald eine Reihe von Nachtheilen, welche dieser Construction eigen waren. Als solche sind anzusehen, der ziemlich complicirte Weg, welchen die Wasserfäden zu durchziehen haben, die complicirte Construction, namentlich bedingt durch die concentrische Anordnung des Leit- und Laufrades, ferner die Umständlichkeit etwa vorzunehmender Reparatursarbeiten, welche hier nahezu ein vollständiges Demontiren voraussetzen, endlich die Schwierigkeiten, welche mit der genauen Montirung und der Beaufsichtigung und Wartung während des Betriebes verbunden sind.

Es lag demnach der Gedanke nahe, durch eine entsprechende Aenderung in der Hauptanordnung die wesentlichen Mängel zu beseitigen und dies gelang in ganz vorzüglicher Weise dadurch, dass Leit- und Laufrad untereinander angeordnet wurde. Auf diese Weise entstand das Turbinensystem Jonval-Henschel, welches gleichzeitig und unabhängig von einander von Jonval in Frankreich und Henschel in Deutschland angegeben wurde. Die Skizze Fig. 5378 zeigt eine allerdings modernere Anlage einer Henschel-Jonval-Turbine. Im Boden des — das Ende des Oberwassercanales bildenden — Wasserkastens liegt ein cylindrisches, oben kegelstumpfartig erweitertes Rohr aus Gusseisen, durch welches die Verbindung zwischen Ober- und Unterwasser hergestellt wird. Der obere Kegelstumpf dieses Rohres nimmt das fix gelagerte Leitrad auf, welches nach innen durch einen cylindrischen Kranz begrenzt ist und nach oben gegen das Oberwasser durch eine feste Decke — die nur dicht die Turbinenwelle hindurch treten lässt — abgeschlossen wird. Die Leitradschaufeln (meist 16, 24 bis 30 an der Zahl) sitzen in dem ringförmigen Raume zwischen dem Kranz des Leitrades und dem Kegelstumpf des Rohres, sie sind gewöhnlich aus Blech hergestellt, in dem Kranze befestigt und zeigen eigenthümlich geformte gekrümmte Flächen. Auf diese Weise entstehen eine Reihe radförmig angeordneter Leitradzellen, welche die richtige Führung des Aufschlagswassers zu dem Laufrade besorgen.

Fig. 5378.

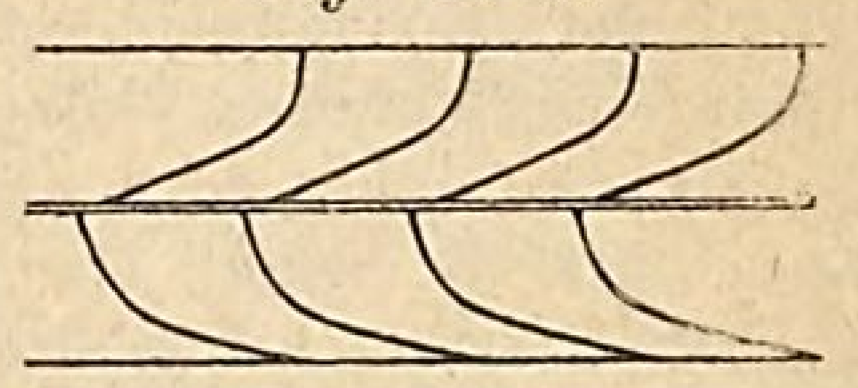


Jonval-Henschel-Turbine.

Das letztere liegt unter dem Leitrade (von diesem nur durch einen schmalen Spalt getrennt) und besteht aus einem cylindrischen Kranz, in welchem die nach aussen freitragend angeordneten Laufradschaufeln eingefügt sind. Der Laufkranz ist durch Arme (meist von gekrümmter Gestalt) mit einer Nabe versehen, welche die verticale Turbinenwelle aufnimmt. Der untere Spurzapfen der Welle ruht in einem gegen das Wasser dicht abgeschlossenen, entsprechend fundirten Spurlager. Die Welle tritt durch die Leitraddecke mit einer Abdichtung hindurch, ist oben in einem Halslager gelagert und nimmt das Kegeltransmissionsrad auf, welches sich weiters in passender Art übersetzt. Denkt man sich Leit- und Laufrad durch einen

Cylinder von mittleren Radius des Rades geschnitten und diesen Schnitt in die Papierebene abgewickelt, so stellt sich der Schaufelungsplan wie in Fig. 5379 dar. Die hier ersichtlichen Curven sind demnach die Leitlinien der Schaufelflächen des Leit- und Laufrades, deren Erzeugende gerade Linien bilden, welche senkrecht zur Achse des Rades und stets durch dieselbe hindurchgehen. Man ersieht, dass die Schaufelung des Leit- und Laufrades entgegengesetzte Richtung zu einander haben, dass die Winkel der Leit- und Laufcurven mit der oberen horizontalen Radebene 90 oder nahe 90° betragen und dass der Verlauf dieser Curven ein solcher ist, welcher denselben kleine Winkel (20 bis 15°) mit der unteren horizontalen Radebene einzuschliessen erlaubt. Im Allgemeinen erscheinen daher die Schaufelflächen als windschiefe Flächen. Das Aufschlagwasser durcheilt nun, sämmtliche Canäle ausfüllend, das Leitrad und tritt mit einer bestimmten Geschwindigkeit und Richtung durch den Spalt ins Laufrad ein. Hier übt es bei seinem Durchströmen einen Druck auf die concaven Flächen der Laufschaufeln aus, gibt seine lebendige Kraft an diese ab und zwingt die Turbinenwelle zur Rotation in einem Sinne, welcher der Richtung des austretenden Wassers entgegengesetzt ist. Das Wasser tritt an der unteren Radebene mit einer geringen absoluten Geschwindigkeit ins Unterwasser über, um sodann gänzlich abzufliessen. Die rationelle Ausnützung der motorischen Arbeit hängt von der richtig ermittelten Bemessung der Zellenquerschnitte im Leit- und Laufrad, von der richtigen Gestalt der Schaufelung und von einer Reihe von Factoren ab, welche insgesammt der wissenschaftlichen Theorie zu ihrer Festlegung bedürfen. Die In- und Aussergangsetzung der Turbine kann durch den in der Fig. 5378 ersichtlichen Ringschützen geschehen, welcher überdies auch eine, wenn auch sehr unvollkommene Regulirung bei veränderlichen Wasserzufluss gestattet.

Fig. 5379.

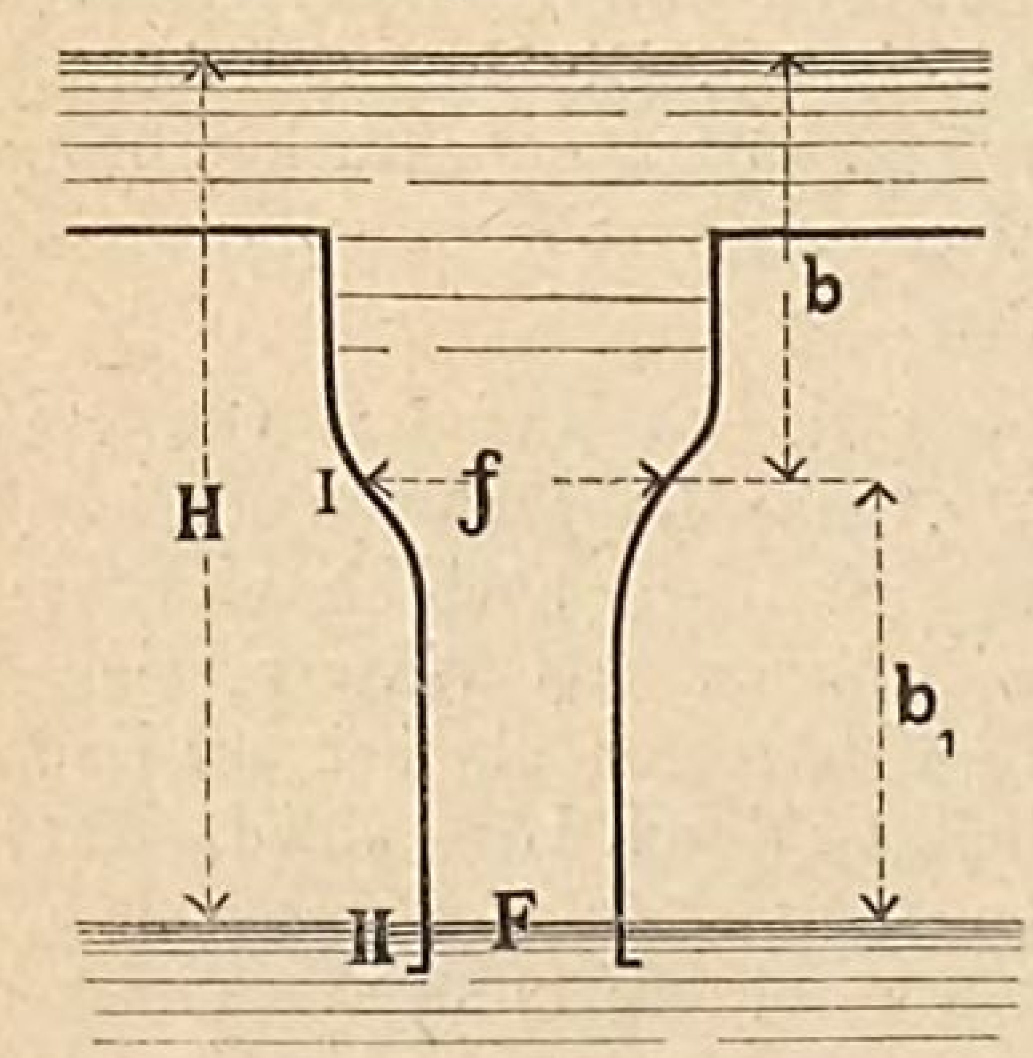


Die Anordnung der Henschel-Jouval-Turbinen lässt, wie aus dem Gesagten hervorgeht, an Einfachheit wenig zu wünschen übrig. Eine Reparatur kann leicht vorgenommen werden, indem das Leit- und Laufrad sich leicht nach oben herausziehen lassen. Die Montirung ist sonach einfach und bequem. Das Wasser erleidet bei seinem Durchgange bedeutend weniger Richtungsänderungen als bei der Fourneyron-Turbine, es fliesst hauptsächlich in axialer Richtung durch Leit- und Laufrad. Dieses System lässt sich den verschiedenen Gefällsverhältnissen constructiv leicht anpassen und so verdient es mit Recht jene grosse Verbreitung in der technischen Praxis. Rittinger hat diese Turbinen auch Rohrturbinen genannt, weil sich ihre ganze Anordnung innerhalb eines Rohres disponiren lässt. Dabei ist, wie in der Folge gezeigt werden soll, nicht einmal nothwendig, dass das Leit- und Laufrad am Ende des Rohres nahe dem Unterwasserspiegel zu liegen kommt. Das Laufrad kann in jeder beliebigen Position zwischen Ober- und Unterwasserspiegel angeordnet werden und dennoch wird die Turbine die ganze Gefällshöhe motorisch ausnützen. Die unterhalb des Laufrades befindliche Wassersäule wirkt alsdann saugend, man sagt, die Turbine ist im Saugrohr aufgestellt oder sie besitzt ein Sauggefälle. Hiedurch aber wird wieder eine Reihe constructiver Vortheile erzielt, welche die Verwendung dieses Systems in einzelnen Fällen besonders begründen.

Eintheilung der Turbinen. Nachdem wir nun im Vorhergehenden die beiden wichtigsten Typen der Turbinen kurz besprochen haben, soll — bevor die neueren Constructionen entwickelt werden — zunächst die gegenwärtig übliche Eintheilung der verschiedenen Systeme zur Behandlung gelangen. Zunächst kann man alle Turbinen in Hoch- und Niederdruckturbinen abgrenzen, je nach der Grösse des benützten Gefälles. Diese Eintheilung ist indes gegenwärtig veraltet und beinahe ganz ausser Uebung gekommen. Turbinen mit mehr als 4^m Gefälle pflegte man als Hochdruckturbinen zu bezeichnen.

Man unterscheidet gegenwärtig Vollturbinen und Partialturbinen. Bei den ersteren tritt das Aufschlagswasser stets am ganzen Umfange des Leit- resp. Laufrades in dasselbe ein. Bei den Partialturbinen dagegen erfolgt die Beaufschlagung nur auf einen bestimmten Theil des Radumfanges. Dabei kann eine Vollturbine zeitweise auch partial beaufschlagt werden, wenn die Wassermenge eine Verminderung erfährt. Ist die Turbine mit einer Vorrichtung versehen, welche derart eingerichtet ist, dass ihre Durchflussquerschnitte stets der augenblicklich vorhandenen Wassermenge angepasst werden können, dass also die Möglichkeit der vollen oder partiellen Beaufschlagung innerhalb weiter Grenzen vorhanden ist, so nennt man sie eine Regulirungsturbine. Hierher gehören die raffinirtesten und geistreichsten Constructionen des Turbinenbaues. Die Turbinen theilt man weiters in Radial- und Axialturbinen, je nachdem das Wasser in radialer oder axialer Richtung durch das Laufrad strömt. Die Fourneyron-Turbine zählt sonach zu den Radial, die Jouval-Henschel-Turbine aber zu den Axialturbinen. Die Radialturbinen können weiters mit äusserer oder mit innerer Beaufschlagung ausgeführt werden, je nachdem das Betriebswasser am äusseren oder inneren Umfang ins Laufrad tritt. Beispielsweise ist die Fourneyron-Turbine sonach eine Radialvollturbine mit innerer Beaufschlagung. Die Disposition betreffs des Wasserzuflusses kann bei den Radial- und Axialturbinen entweder so getroffen werden, dass das Aufschlagswasser von oben oder von unten her ins Rad eintritt. Letztere Anordnungen sind übrigens selten in der Praxis angewendet.

Fig. 5380.



Für die Eintheilung vom wissenschaftlichen Standpunkte aus ist endlich die Art und Weise, wie das Wasser auf die Receptoren einwirkt, massgebend. Hiedurch werden ausserordentlich charakteristische Merkmale für die einzelnen Systeme gewonnen, welche ihre besonderen Eigenthümlichkeiten und die Grenzen ihrer Anwendung bestimmen und begründen.

Um nun hierüber eine klare Vorstellung zu gewinnen, möge folgende Betrachtung dienen. In Fig. 5380 sei H das totale Gefälle zwischen Ober- und Unterwasserspiegel. Durch ein Rohr allenfalls von der gezeichneten Form, welches keine plötzlichen Querschnittsänderungen aufweist, werde der Durchfluss des Wassers vom Ober- zum Unterwasser vermittelt. Es werde weiters angenommen, dass die Continuität des durchfliessenden Wassers in allen Querschnitten vorhanden sei. Würde f und F die Grösse der Querschnitte I und II ausdrücken, in welchen die Geschwindigkeiten c und v existiren, so müsste demnach stattfinden

$$Q = f \cdot c = F v,$$

wobei Q die pro Secunde beaufschlagte Wassermenge bedeutet. Hieraus ist aber auch ersichtlich, dass die Geschwindigkeiten von den Querschnitten mit abhängig erscheinen. Wäre die Wassermasse im Rohre im Zustande der Ruhe, so würde im Querschnitte f, der um h vom Oberwasserspiegel entfernt liegt, ein hydrostatischer Druck existiren, welcher durch die Wassersäule $a + h$ gemessen erscheint, wobei a die Höhe einer, dem atmosphärischen Druck das Gleichgewicht haltende Wassersäule vorstellt. Im Zustande der Bewegung herrscht aber im Querschnitt f nicht der hydrostatische sondern der hydraulische Druck, welcher nach mechanischen Grundsätzen um die, der herrschenden Geschwindigkeit c entsprechenden Druckhöhe $\left(\frac{c^2}{2g}\right)$ kleiner als der hydrostatische Druck in diesem Niveau ist. Bezeichnet sonach p_0 die hydraulische Druckhöhe, so muss diese für den Querschnitt f gegeben sein, durch

$$p_0 = a + h - \frac{c^2}{2g}.$$

Die Summe aus hydraulischer Druckhöhe und Geschwindigkeitshöhe $\left[\frac{c^2}{2g}\right]$ ist stets gleich der hydrostatischen Druckhöhe, woraus ersichtlich ist, dass bei beliebiger Grösse eines dieser Summanden, der andere einen bestimmten Werth erhält. p_0 stellt hierbei den absoluten hydraulischen Druck dar und demnach ist, wenn $h - \frac{c^2}{2g} = s$ gesetzt wird, $p_0 = a + s$, resp. s der Ueberdruck über die äussere Atmosphäre. Man kann nun verlangen, dass dieser Ueberdruck = Null werde, was stattfindet für

$$h = \frac{c^2}{2g}, \text{ dann } s = o \text{ und } p_0 = a.$$

Würde man daher den Querschnitt f so gross machen, dass die in demselben stattfindende Geschwindigkeit der Gefällshöhe h dieses Querschnittes entspricht, so ist der hydraulische Druck zwischen den Wassertheilchen in diesem Querschnitte absolut gleich dem Atmosphärendruck. Durch angebrachte Oeffnungen in diesem Querschnitte könnte also weder Wasser aus- noch Luft eintreten und hieran könnte sich nichts ändern, wenn diese einzelnen Oeffnungen zu einem rings herumlaufenden Spalt vereinigt würden. Legt man daher an dieser Stelle das Laufrad einer Turbine, dessen Durchflussquerschnitt eben nach dem erwähnten Principe bemessen ist, so tritt das Wasser in das Laufrad mit einer der Gefällshöhe entsprechenden Geschwindigkeit und mit einem Ueberdruck gleich Null ein. Das Wasser wird im Rade nur durch seine der Geschwindigkeit entsprechende lebendige Kraft wirken, indem es diese beim Durchfliessen der Schaufelränme in Druck rückverwandelt und an die Schaufelwände abgibt. Turbinen, welche auf dieser Wirkungsart des Wassers beruhen, nennt man Druck- oder Actionsturbinen. Da selbstverständlich das ganze Gefälle H durch eine solche Turbine ausgenützt werden soll, so ist $\frac{c^2}{2g} = H$ zu setzen, woraus folgt, dass für $s = o$ oder $p_0 = a$, $h = H$ wird. Demnach hat man eine Actionsturbine, wenn im Spalte — zwischen Leit- und Laufrad — atmosphärische Pressung herrschen soll, am Ende des Gefälles also in der Nähe des Unterwasserspiegels aufzustellen.

Aus der erklärten Wirkungsweise des Wassers ergibt sich aber auch weiters, dass, weil das ganze disponible Gefälle als Geschwindigkeitshöhe verwendet wurde, das Maximum der Geschwindigkeit eingetreten ist. Der Wasserstrahl kann demnach beim Durchströmen der Laufradcanäle eine weitere Beschleunigung nicht mehr erfahren und sonach muss er die Gestalt eines vollkommen geschlossenen Strahles annehmen. Besitzt daher das Laufrad Canalquerschnitte, welche grösser als die Wasserquerschnitte sind, so werden die Canäle nicht vollständig vom Wasser ausgefüllt werden und das Anliegen des Strahles erfolgt nur auf der concaven Seite der Schaufelwände. Diese Art des Wasserdurchflusses durch die Laufradcanäle ist charakteristisch für die Actionsturbinen.

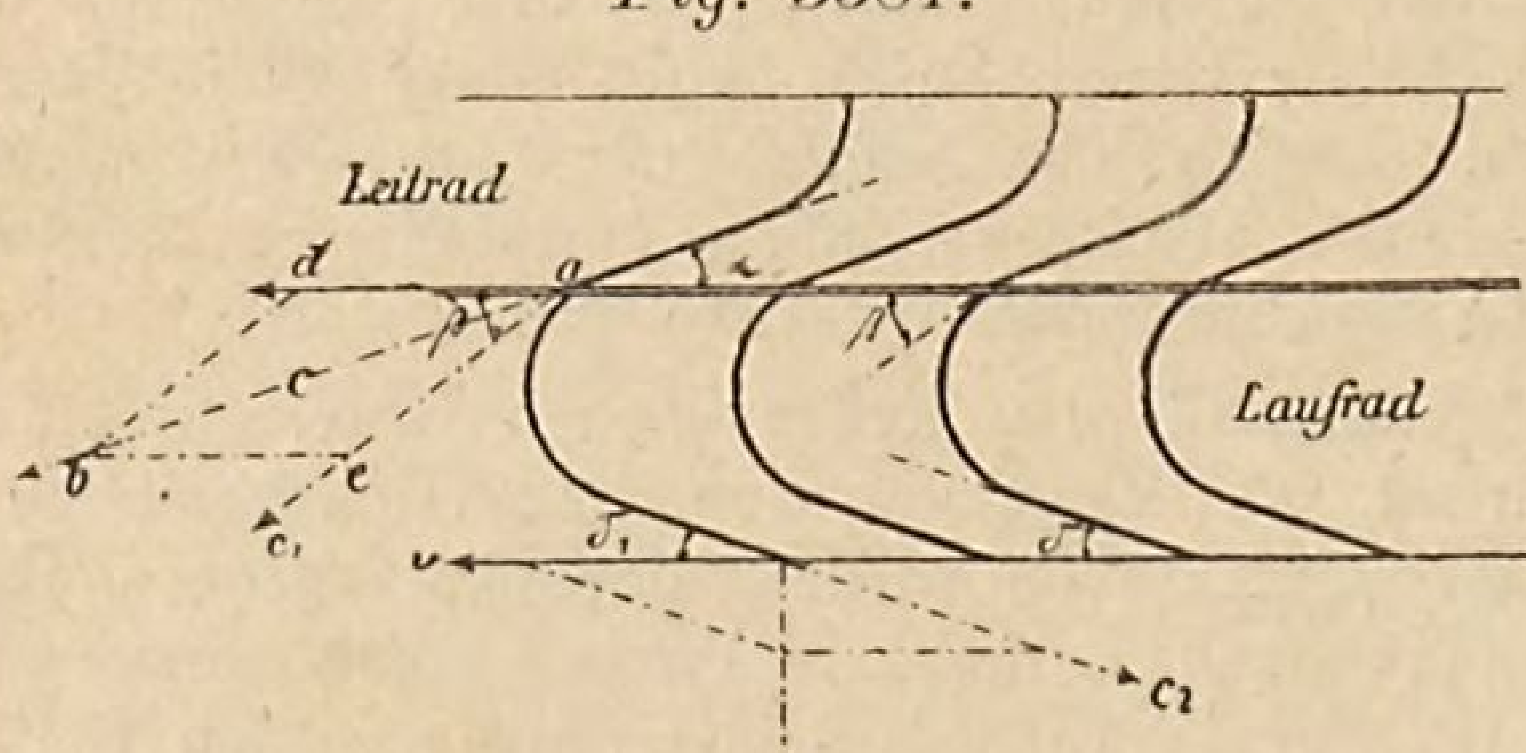
Gehen wir auf die obige Gleichung für den hydraulischen Druck in einem beliebig gelegenen Querschnitt zurück, so kann der Ueberdruck s irgend einen beliebigen Werth annehmen, so dass $p_0 = a + s$ wird. Allgemein würde sodann die Gefällshöhe theils in Geschwindigkeitshöhe, theils in Pressungshöhe umgesetzt werden und die Wassertheilchen im Querschnitt f erleiden alsdann den Ueberdruck s, während ihre Geschwindigkeit c beträgt. Würde man nunmehr in diesem Querschnitt das Laufrad einer Turbine anordnen, so müsste das Wasser seine Arbeitsfähigkeit an die Schaufelwände abgeben, theils durch Rückverwandlung seiner Geschwindigkeit im Druck, theils durch seinen hydraulischen Ueberdruck,

mit welchem es somit direct gegen die Schaufelwände zu pressen und eine Reactionswirkung zu erzielen vermag. Turbinen, welche auf dieser Wirkungsart des Wassers basiren, nennt man deshalb Reactionsturbinen oder nach Reiche passender Ueberdruckturbinen. Hieraus folgt aber auch, dass bei den Reactionsturbinen das Wasser in der Laufradzelle in Folge der hydraulischen Pressung eine Beschleunigung erfahren und dass demnach der Querschnitt der Zelle vom Wasserstrahl vollkommen ausgefüllt werden muss. Bei solchen Turbinen wird man dem Spalte eine möglichst geringe Höhe geben, ja denselben nach aussen durch einen Mantel decken, um unnöthigen Wasserverlusten in Folge eines positiven Ueberdruckes beim Uebertritte des Wassers aus dem Leit- ins Laufrad möglichst vorzubeugen.

Die Gleichung $p_0 = a + h - \frac{c^2}{2g}$ könnte auch dann existiren, wenn die Geschwindigkeit im Laufrade der ganzen Gefällshöhe H entspricht und die Turbine um h vom Oberwasserspiegel entfernt disponirt wird. In diesem Falle würde offenbar $p_0 = a + h - H$ oder $p_0 = a - (H - h)$ zu setzen sein. Der hydraulische Druck wäre alsdann kleiner als der Atmosphärendruck, aber immerhin positiv, so lange $a > H - h$ ist. Demnach kann man eine Turbine auch in einer beliebigen Entfernung $(H - h)$ vom Unterwasserspiegel aufstellen und dennoch die der ganzen Gefällshöhe entsprechende motorische Leistung ausnützen, nur muss $a > H - h$ oder höchstens $a = H - h$ sein, d. h. die Höhenlage der Turbine über dem Unterwasserspiegel darf nicht mehr als 10^m, das ist die Höhe der Wassersäule, welche dem äusseren Atmosphärendruck das Gleichgewicht hält, betragen. Es ist selbstverständlich, dass alsdann die Turbine in einem geschlossenen Rohre disponirt werden muss. Die unter dem Laufrade befindliche Wassersäule wirkt alsdann saugend oder ziehend, weshalb man von einer Aufstellung der Turbine im Saugrohr, oder von einer Turbine mit Sauggefälle spricht. Die Saughöhe beträgt in der Praxis indess niemals 10^m, welcher Werth ihrer theoretischen Grenze entspricht, sondern wird aus verschiedenen Gründen immer kleiner, im Maximum höchstens gleich 7^m genommen. Die Aufstellung einer Turbine im Saugrohr ist mit Recht eine sehr beliebte und zahlreich angewendete Dispositionsart. Sie ermöglicht bei grösseren Gefällen eine geringere Länge, also auch kleineres Gewicht der Turbinenwelle, die Trockenlegung des Leit- und Laufrades bei Ausserbetriebsetzung, eine leichte und bequeme Zugänglichkeit der Haupttheile etc. Die genannten Vortheile besitzen aber alle einen eminent praktischen Werth.

Schaufelung der Turbinen. Die Wirkungsweise des Wassers in der Turbine bestimmt aber wenigstens bis zu einem gewissen Grade in sehr charakteristischer Weise die Form und Gestalt der Laufradschaufeln mindestens insoferne, als dadurch gewisse Elemente des Schaufelungsplanes festgelegt werden. Folgende kurze Betrachtung gibt hierüber insoweit Aufschluss, als dies für den Zweck des vorliegenden Artikels nothwendig ist. Fig. 5381 stellt einen Schaufelungsplan des Leit- und Laufrades einer Turbine vor, aus welchem zunächst ersichtlich ist, dass die Tangenten an die Anfangs- und Endelemente der Schaufeln mit den horizontalen Radebenen die Winkel α, β und δ einschliessen. Das Wasser tritt nun aus dem Leitrade mit der absoluten Geschwindigkeit c durch den Spalt

Fig. 5381.



in das Laufrad und damit hier jede Stosswirkung vermieden wird, muss sich die absolute Geschwindigkeit c in die beiden Componenten c_1 und v zerlegen. Die erstere bildet alsdann die relative Eintrittsgeschwindigkeit des Wassers in das Laufrad und wird eine Richtung annehmen, welche durch die Tangente an das erste Element der Laufradschaufel, das ist durch den Winkel β gegeben ist. Die zweite, hier horizontal gerichtete Componente v stellt offenbar die Umfangsgeschwindigkeit des Rades dar. An der Austrittsseite des Laufrades wird das Wasser eine relative Austrittsgeschwindigkeit c_2 besitzen, deren Richtung durch den Winkel δ gegeben ist. Die absolute Wasseraustrittsgeschwindigkeit w wird erhalten, wenn wir c_2 und die am Austrittsorte unverändert vorhandene Umfangsgeschwindigkeit v zu einer Resultirenden durch das Geschwindigkeitsparallelogramm vereinigen. Selbstverständlich muss bei einer rationellen Construction der Turbine die Wasseraustrittsgeschwindigkeit w zu einem Minimum gemacht werden, wenn anderseits der Effect der rohen Wasserkraft möglichst vollständig ausgenützt werden soll. Dies wird erreicht durch die theoretisch begründete Forderung $c_2 = v$ und $\delta = 0$. Letztere kann aber praktisch nicht erfüllt werden, weshalb wir uns begnügen müssen δ so klein als möglich zu machen und in der That finden wir bei den Schaufelungsplänen gut ausgeführter Turbinen diesen Winkel mit 15 bis höchstens 18° gewählt. In den vorangegangenen Erläuterungen wurde aber gezeigt, dass bei Druck- oder Actionsturbinen das Wasser mit einer der ganzen Gefällshöhe entsprechenden absoluten Geschwindigkeit c in das Laufrad eintritt und dass eine Beschleunigung derselben in den Radzellen nicht mehr stattfinden könne. Demnach müssen bei den Actionsturbinen auch die relativen Geschwindigkeiten c_1 und c_2 gleich gross sein und da nach obigem $c_2 = v$ zu sein hat, so muss auch $c_1 = v$ werden. In obiger Figur 5381 müssen sonach die den Geschwindigkeitsparallelogramme angehörigen Dreiecke $a\,e\,b$ und $a\,d\,b$ gleichschenklig sein und da gleiche Seiten auch gleiche Winkel gegenüber liegen, so folgt ohne weiters aus der Figur die Beziehung $\beta = 2\,\alpha$. Der Winkel β bestimmt aber die Schaufelkrümmung an der Eingangsstelle des Laufrades, α hingegen markirt die Ausgangsrichtung der Leitradschaufel; demnach ist durch $\beta = 2\,\alpha$ eine Relation festgestellt, welche im Schaufelungsplan eingehalten werden muss, wenn die Turbine eine Actions- oder Druckturbine sein soll. Der Winkel α beträgt meist 20, 25 bis 30 Grade. Der übrige Verlauf der Schaufelkrümmung ist mehr oder minder nebensächlich, man kann jedoch für dieselbe von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehen. Jedenfalls aber muss die Gestalt eine solche sein, dass im Verlaufe derselben keine plötzlichen Richtungsänderungen erfolgen, ausserdem sind die letzten Elemente der Leit- und Laufradschaufel durch parallele und gerade Stücke zu bilden, um hiedurch einer Contraction des austretenden Wasserstrahles vorzubeugen.

In ähnlicher Weise lässt sich nun leicht die charakteristische Beziehung zwischen den Winkeln β und α bei den Reactionsturbinen aufstellen. Hier tritt das Wasser mit einer kleineren Geschwindigkeit als jene der Gefällshöhe in das Rad ein, indem es auch direct durch seine hydraulische Pressung wirkt. In Folge der letzteren wird das Wasser im Rade beschleunigt und sonach muss bei den Reactionsturbinen entschieden $c_2 > c_1$ sein. Da wir aber auch hier der kleinen Austrittsgeschwindigkeit wegen $c_2 = v$ zu machen haben, so folgt ohne Weiters die Beziehung $c_1 < v$. Sonach kann nunmehr das Geschwindigkeitsparallelogramm in Fig. 5381 $a\,e\,b\,d$ kein Rhombus sein, woraus $\beta > 2\,\alpha$ sich ergibt. Für die Schaufelung der Ueberdruckturbinen ist also $\beta > 2\,\alpha$ zu nehmen und finden wir in der Praxis die Beziehungen $\beta = 2\,\alpha + 40^0$, $\beta = 90$ bis 120^0, bei $\alpha = 15$ bis 30^0 sehr gerne in Verwendung. Im Uebrigen gilt bezüglich der Schaufelform das bereits oben gesagte. Man sieht, dass aus dem Schaufelungsplane einer Turbine sofort erkannt werden kann, ob diese mit Action oder mit Reaction arbeitet.

Bezüglich der Rotationsgeschwindigkeit v der Turbine, respective des Laufrades ist aus der Figur 5381 zu entnehmen, dass die Beziehung

$$\frac{v}{c} = \frac{\sin(\beta - \alpha)}{\sin \beta}$$

existirt. Speciell für Actionsturbinen ist aber wegen $\beta = 2\,\alpha$

$$\frac{v}{c} = \frac{\sin \alpha}{\sin 2\,\alpha} = \frac{1}{2 \cos \alpha};$$

hiefür dürfen wir wegen der Kleinheit des Winkels α genau genug $\frac{v}{c} = \frac{1}{2}$ setzen. Nun ist aber für Druckturbinen wenn H das totale Gefälle bedeutet, $c = \sqrt{2\,g\,H}$ und demnach auch $v = 0{\cdot}5\,\sqrt{2\,g\,H}$ oder mit Rücksicht auf die verschiedenen Reibungswiderstände, welche das Wasser auf seinen Weg zu überwinden hat, $v = 0{\cdot}45\,\sqrt{2\,g\,H}$. Bei den Actionsturbinen rotirt also das Laufrad nahezu mit der halben Geschwindigkeit, welche der disponiblen Gefallshöhe entspricht.

Bei den Reactionsturbinen dagegen ist c verschieden von $\sqrt{2\,g\,H}$, je nach der Grösse des Reactionsgrades und der hydraulischen Pressung. Im Mitel wollen wir hier wegen der Vergleichung etwa annehmen, dass die halbe Gefällshöhe in Geschwindigkeit umgesetzt werde, so dass also $c = \sqrt{2\,g\,.\,\frac{H}{2}} = 0{\cdot}7\,\sqrt{2\,g\,H}$ wird. Wäre $\beta = 90$ und $\alpha = 20^0$ angenommen, so würde (nach früheren)

$$\frac{v}{c} = \frac{\sin(90-20)}{\sin 90} = 0{\cdot}94,$$

also $v = 0{\cdot}65\,\sqrt{2\,g\,H}$ und mit Rücksicht auf die Reibungswiderstände

$$v = 0{\cdot}6\,\sqrt{2\,g\,H}$$

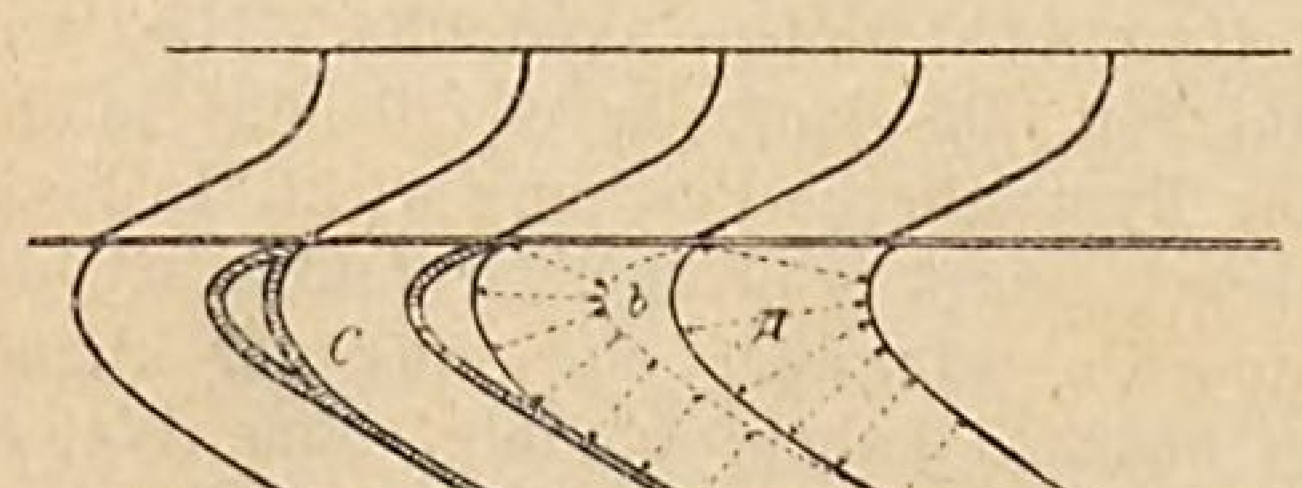
zu setzen sein.

Man ersieht, dass bei Reactionsturbinen grössere Radgeschwindigkeiten vorhanden sind als bei den Druckturbinen.

Weitere Eigenschaften der Actions- und Reactionsturbinen, welche für das volle Verständniss der verschiedenen Turbinenconstructionen zu kennen nothwendig sind, ergeben sich aus folgenden Betrachtungen.

Bei den Actionsturbinen wurde bereits betont, dass das Wasser beim Durchgang durch das Laufrad überall ein und dieselbe relative Geschwindigkeit besitzt, wonach also auch der Wasserstrahl überall denselben Querschnitt besitzen muss. Vergleicht man die durch die Schaufelcurven (mit $\beta = 2\,\alpha$ für Actionsturbinen) begrenzten Zellenquerschnitte, welche bei constanter radialer Radbreite durch die Normalen zwischen den Radschaufeln (s. Fig. 5382) gemessen werden, so ist zu ersehen, dass die Schaufelräume in den aufeinanderfolgenden Querschnitten verschieden grosse Flächen dem eintretenden Wasserstrahl darbieten. Der letztere kann daher den Zellenraum nicht vollständig ausfüllen und im Innern des Canales wird ein förmlicher Sack (b) vorhanden sein, welcher vom Wasser gar nicht getroffen wird. Ist nun die Actionsturbine so aufgestellt, dass ihr Laufrad gerade über dem Ueberwasserspiegel kreist, ohne jemals in dasselbe zu tauchen, so wird dieser Sack mit Luft von atmosphärischer Pressung ausgefüllt sein, wodurch der fliessende Wasserstrahl nicht oder nur höchst unbedeutend alterirt wird. Wenn dagegen das Laufrad ins Unterwasser taucht, so ist sofort zu erkennen, dass dieser sackähnliche Raum sich ebenfalls mit Unterwasser füllen muss; es wird dort gewissermassen todtes Wasser vorhanden sein, gegen welches der hindurch-

Fig. 5382.



fliessende Wasserstrahl fortwährend stösst und reibt. Hiedurch ist Anlass zu Wirbelbildungen gegeben, diese bedingen Arbeitsverluste, welche den Wirkungsgrad der Turbine empfindlich herabziehen. Sonach dürfen Actionsturbinen niemals ins Unterwasser tauchen, sondern sollen immer in freier Luft laufen.

Bei den Reactionsturbinen dagegen sind die Radcanäle in Folge der Beschleunigung, welche das Wasser unter der hier vorhandenen hydraulischen Pressung erleidet, vollständig vom durchfliessenden Strahle ausgefüllt. Solche leere Räume und Säcke können hier nicht eintreten und daraus folgt die Befähigung der Reactionsturbinen auch bei einer Tauchung im Unterwasser ohne Beeinträchtigung des Wirkungsgrades vollständig richtig arbeiten zu können. Die Veränderung des Gefälles, welche durch klimatische Einflüsse oder in Folge von Stauwirkungen bei einer Wasserkraft mehr oder minder häufig eintreten, bedingen das Steigen oder Sinken des Ober- oder Unterwasserspiegels.

Sonach folgt, dass Actionsturbinen Wasserkräfte von constantem Gefälle, namentlich constantem Unterwasserstand voraussetzen, während Reactionsturbinen bei veränderlichem Unterwasser also variablen Gefällen ganz gut am Platze sind. Bis nun wurde vorausgesetzt, dass wir es mit Vollturbinen zu thun haben, bei welchen die Beaufschlagung des Wassers stets am ganzen Umfange des Laufrades gleichzeitig stattfindet. Die volle Beaufschlagung ist natürlich nur so lange möglich als der Wasserlauf die normale Menge liefert. Sinkt jedoch die Wassermenge in Folge klimatischer Einflüsse unter den normalen Stand, so kann das Laufrad nicht mehr am vollen Umfang beaufschlagt werden. Man wird eine Anzahl von Leitcanälen zudecken, abschliessen und zwar so viele, dass die übrig bleibenden offenen Canäle die vorhandene Wassermenge aufnehmen können. Dadurch wurde die ursprüngliche Vollturbine in eine partial beaufschlagte umgewandelt. Ist die Turbine nach dem Actionsprincipe gebaut, so besitzt die in die Laufradzelle tretende Wassermenge ihre volle Arbeitsfähigkeit, weil die totale Gefällshöhe in Geschwindigkeit umgesetzt wurde und ein hydraulischer Ueberdruck nicht stattfindet. Dies gilt auch dann, wenn bei der gleichzeitig erfolgenden Rotation des Rades eine gefüllte Laufradzelle unter eine bedeckte Leitradzelle tritt, wenn also zeitweise der Zusammenhang zwischen der im Laufrade vorhandenen und nach abwärts gleitenden Wassermenge und dem Oberwasser aufgehoben ist.

Hieraus folgt, dass Actionsturbinen vorzüglich als Partialturbinen arbeiten können, dass sie also für variable Wassermengen höchst verwendbar erscheinen.

Anders aber stellt sich die Sache bei den Reactionsturbinen. Hier wirkt das Wasser in der Laufradzelle auch durch hydraulische Pressung, welche aber vollständig verloren geht, sobald der Zusammenhang zwischen der im Laufrade befindlichen Wassermenge und der übrigen Wassersäule unterbrochen wird.

Reactionsturbinen können demnach niemals partiell beaufschlagt werden, ohne enorme Verluste am Nutzeffecte zu erleiden.

Kurz zusammengefasst eignen sich sonach die Druckturbinen für constantes Gefälle und variable Wassermengen, die Ueberdruckturbinen dagegen für constante Wassermengen und variables Gefälle.

Nachdem aber die Fälle in der Praxis nicht selten sind, in welchem Wasserkräfte mit variablem Gefälle und variabler Wassermenge zur Benützung gelangen müssen, so hat man versucht die Druckturbinen derart zu construiren, dass sie hierfür befähigt werden, ohne bedeutende Effectsverluste bei Veränderung des Unterwasserspiegels aufzuweisen.

Der geniale Constructeur Girard hat zu diesem Zwecke die Hydropneumatisation der Turbinen vorgeschlagen und ausgeführt. Wird nämlich das Laufrad einer Actionsturbine von einem luftdicht schliessenden Mantel umgeben, welcher bis zu einer gewissen Tiefe in das Unterwasser taucht und presst man nun mittelst einer Luftpumpe Luft in das Innere des Mantelraumes, so kann in dem letzteren der Unterwasserspiegel durch die vorhandene Spannung der Luft soweit nach abwärts gedrückt werden, dass das Laufrad stets in freier Luft (allerdings verdichteter Luft) läuft und niemals ins Unterwasser taucht, während der äussere Wasserspiegel desselben diversen Veränderungen unterworfen bleibt. Girard hat diese Hydropneumatisation vielfach und mit gutem Erfolge angewendet. Allein die Anlage einer solchen

Turbine ist constructiv complicirt und umständlich durch die nothwendige Anordnung der Luftpumpe, welche den Effect zu ihrem Betriebe ja wieder von der Turbine erhalten muss. Die Wartung erfordert Aufmerksamkeit und Sachkenntniss und die Luftpumpe ist vielfachen Betriebsstörungen und Reparaturen unterworfen. Aus diesen Gründen gilt die geistreiche Idee Girards heut zu Tage als verlassen und wird nicht mehr angewendet.

Weitaus einfacher und rationeller wird der Zweck Actionsturbinen, eventuell auch im Unterwasser laufen zu lassen, ohne eine bedeutende Herabziehung ihres Wirkungrades befürchten zu müssen, erreicht durch eine eigenthümliche Construction der Schaufelung des Laufrades, welche in der Anwendung sogenannter Rückschaufeln oder Sackschaufeln besteht. Diese wurden zuerst von Rittinger angegeben, später jedoch von Hähnel mit voller Consequenz zur Anwendung gebracht und gelten mit Recht als ein sehr rationelles Mittel zur Erreichung des genannten Zieles.

Das Princip dieser Sack- oder Rückschaufeln besteht darin, bei den Actionsturbinen die Laufradschaufeln so zu construiren, dass die Zelle vollständig vom durchfliessenden Wasserstrahl ausgefüllt wird. Es soll also jeder leere Raum im Innern einer Zelle zwischen dem Wasserstrahl und der convexen Schaufelwand vermieden werden. Bei einem eventuellen Tauchen des Rades würde Unterwasser derlei Räume ausfüllen und es müssen zwischen diesem und dem durchfliessenden Wasser heftige Stösse entstehen, welche empfindlich den Wirkungsgrad vermindern würden. Dem kann aber abgeholfen werden, wenn die einzelnen aufeinander folgenden Querschnitte der Radcanäle gerade so gross ausgemittelt werden, als zu ihrer vollständigen Ausfüllung durch das Betriebswasser nothwendig ist. Hiedurch entstehen Schaufelformen nach Art der Fig. 5382, bei welchen die Rückschaufel am Rücken der eigentlichen Laufradschaufel sitzt. Man fertigt diese Sackschaufeln aus Blech und nietet sie an die Radschaufel oder man gibt eine vollständig massive Schaufel (Gusseisen), welche alsdann ungleiche Wandstärken zeigt. Wird nun eine Actionsturbine mit Rückschaufeln partiell beaufschlagt und taucht sie dabei ins Unterwasser, so kann das letztere allerdings in einen unter einen bedeckten Leitradcanal hinstreichenden Laufradcanal hineinsteigen und diesen ausfüllen und zwar darum, weil die abwärts gleitende Wassermasse im Laufradcanal wie der Kolben einer Pumpe wirkend, hinter sich ein Vacuum zurücklässt. Sobald aber wieder Oberwasser in diesen Schaufelraum eintritt, wird das angesammelte Unterwasser einfach vollständig aus dem Canale hinausgedrückt. Hierbei entsteht allerdings ein kleiner Anfangsstoss; allein die richtige Führung und Leitung des Wasserstrahles kann jetzt nicht mehr verloren gehen und weitere Wirbelbildungen können nicht veranlasst werden, weil das eintretende Oberwasser als geschlossener, die Wände überall berührender Körper auftritt. Die Rückschaufelconstruction hat sich vortrefflich bewährt, wie dies namentlich durch die hochinteressanten Versuche bewiesen wurde, welche Hähnel und Lehmann an der Rothenburger Turbine durchgeführt haben. Um aber der Bildung eines Vacuums überhaupt vorzubeugen, stellt man durch eine sogenannte Ventilation der Turbine im Inneren der Leit- oder Laufradcanäle durch geeignete Mittel stets atmosphärische Pressung her. Die Mittel bestehen einfach in der Communication dieser Räume mit der äusseren Luft und werden wir in den späteren Erörterungen noch Gelegenheit finden, diesen wichtigen Punkt zu berühren.

Der Wirkungsgrad einer Turbine, d. i. also das Verhältniss des an der Turbinenwelle abgenommenen Nutzeffectes zum absoluten Effect der Wasserkraft hängt von der richtigen Construction, von der mehr oder minder vollkommenen Einhaltung der theoretischen Bedingungen, von einer entsprechenden Ausführung und Montirung, sowie von einer sachgemässen Wartung der Turbine im Betriebe ab.

Vom absoluten Effecte sind eine Reihe von Widerstandsarbeiten, welche niemals vollständig behoben werden können, abzuziehen, um den Nutzeffect zu erhalten. Diese Widerstände sind theils hydraulischer Natur, theils in der Zapfen- und Achsenreibung der Turbinenwelle begründet. Die hydraulischen Widerstände summiren sich aus der Reibung des Wassers im Inneren der Leit- und Laufrad-

canäle, aus den Störungen in der richtigen Führung und Leitung der Wasserfäden, aus den Contractionsverhältnissen an den Austrittsorten, aus den etwa auftretenden Stössen etc. Der Effect wird weiters vermindert durch Wasserverluste im Spalte und durch jene Arbeit, welche der absoluten Austrittsgeschwindigkeit entspricht. Die Ermittlung der einzelnen Verluste hängt von der genauen Kenntniss der hydraulischen Gesetze ab. In ihrer Gesammtheit begründen sie die hydraulischen Widerstandsarbeiten. Zieht man dieselben vom absoluten Effecte ab, so erhält man den hydraulischen Nutzeffect, dessen Verhältniss zum absoluten Effect der Wasserkraft der hydraulische Wirkungsgrad genannt wird. Die ziemlich complicirte Theorie der Turbinen zeigt, dass der letztere von der Radgeschwindigkeit abhängig ist. Für die sogenannte vortheilhafteste Geschwindigkeit wird der Wirkungsgrad zu einem Maximum, dagegen gleich Null, wenn die Turbine ohne Arbeit zu verrichten umläuft, das heisst jene Geschwindigkeit im Beharrungszustande annimmt, welche dem Leerlaufe entspricht. Die vortheilhafteste Geschwindigkeit ist nach den Ermittlungen der Theorie und zahlreicher Versuche nahezu gleich der halben Leerlaufsgeschwindigkeit. Aus diesen selben theoretischen und experimentellen Untersuchungen geht aber auch hervor, dass der Wirkungsgrad sich nicht bedeutend verändert, wenn die Radgeschwindigkeit in der Nähe der vortheilhaftesten Geschwindigkeit verändert wird. Hieraus folgt eine gewisse Unempfindlichkeit der Turbinen in Bezug auf ihren Gang und dessen Beziehung zum Nutzeffecte und diese Unempfindlichkeit kann als eine sehr gute Eigenschaft in praktischer Beziehung bezeichnet werden. Zieht man vom hydraulischen Nutzeffect die auf Zapfen und Achsenreibung erforderlichen Effecte ab, so erhält man den wirklichen Nutzeffect, der alsdann von der Turbinenwelle zum Antriebe diverser Arbeitsmaschinen abgenommen werden kann. Aus zahlreichen abgeführten Versuchen und Berechnungen kann man im Mittel sowohl für Axial- als auch Radialturbinen annehmen, dass die gesammten hydraulischen Widerstände auf etwa 15 bis 20 Proc., die Widerstände der Achsen- und Zapfenreibung auf 3 bis 4 Proc. des absoluten Effectes veranschlagt werden können. Sonach würde der höchst erreichbare Wirkungsgrad oder das Güteverhältniss einer voll beaufschlagten Turbine 76 bis 82 Proc. betragen. Dieses günstige Resultat wird aber nur beim Eintreffen aller theoretisch als richtig erkannten Factoren, bei tadelloser Ausführung, Montirung und Wartung zu Stande kommen. Wirkungsgrade von 70 und 75 Proc. gelten als, unter mittleren normalen Verhältnissen, gut erreichbare Werthe.

Die Ausmittelung des Wirkungsgrades einer bestehenden Turbinenanlage kann zwar schätzungs- und annäherungsweise durch die Rechnung erfolgen, wirklich zuverlässige Zahlenangaben können aber nur durch den directen Versuch gewonnen werden.

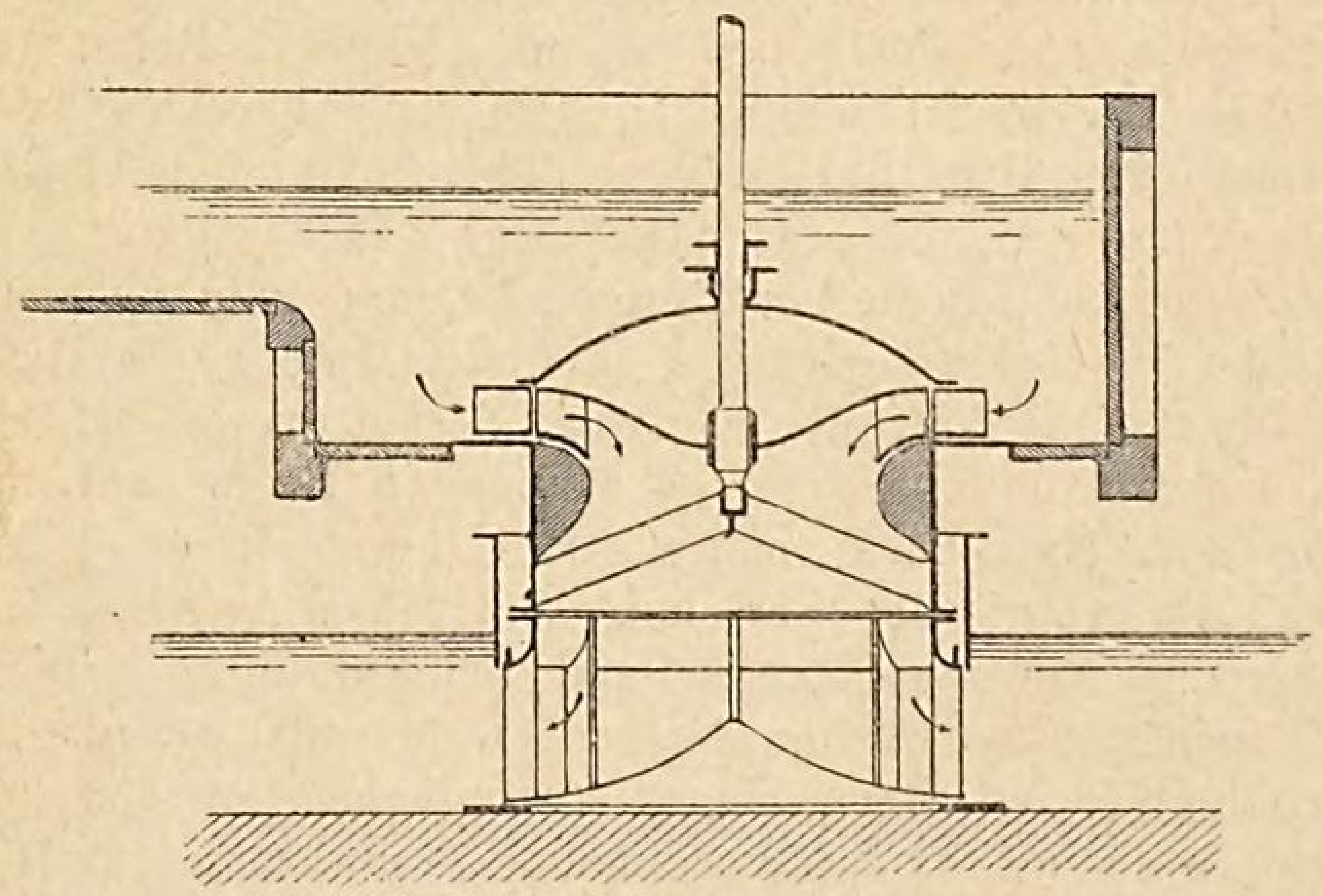
Derlei Versuche theilen sich in genaue Erhebungen der pro Secunde zufliessenden Wassermenge, des augenblicklichen Gefälles und in Bremsversuche an der Turbinenwelle, durch welche der abgegebene Effect constatirt wird. Solche Experimente erfordern nicht nur eine genaue Sachkenntniss, sondern sind auch zeitraubend, mühevoll und wegen der besonders zu treffenden Vorkehrungen oft ziemlich kostspielig. Besonders die Messung der Aufschlagswassermenge ist schwierig durchzuführen, wenn die Resultate einige Präcision besitzen sollen. Namentlich aus dem letzten Grunde müssen die in vielen Fällen angegebenen hohen Wirkungsgrade mit einiger Vorsicht aufgenommen werden.

Der Wirkungsgrad einer Turbine wird in sehr empfindlicher Weise getroffen, wenn statt der Vollbeaufschlagung eine kleinere Wassermenge augenblicklich zur Disposition steht. Dies gilt indess nur, wenn die Turbine blos als Vollturbine construirt ist und keine passende Vorrichtung zur Regulirung bei veränderlicher Wassermenge besitzt. Hierauf wird in den nachfolgenden Besprechungen an geeigneter Stelle noch Rücksicht genommen werden.

Dispositionen der Turbinen. Je nach der Grösse des auszunützenden Gefälles, der vorhandenen Wassermenge, sowie nach der Art der localen Verhältnisse

und Umstände erhalten die Turbinen verschiedene Aufstellungsarten und Dispositionen, wobei auch der beabsichtigte Betrieb und der Zweck derselben entsprechende Berücksichtigung finden müssen. Durch verschiedene Eigenthümlichkeiten und Detailanordnungen kann hiedurch selbst ein eigenes System gebildet werden. Hierher gehört nun zunächst die Turbine von Francis, welche durch Fig. 5383 dargestellt ist. Diese von dem amerikanischen Ingenieur Francis zuerst gebaute Turbine ist eine Radialturbine mit voller Beaufschlagung, bei welcher aber zum Unterschiede von der Fourneyron-Turbine der Wassereintritt am äusseren Umfange des Laufrades stattfindet, so dass das abfliessende Wasser am inneren Umfang das Laufrad verlässt. Es ist gewissermassen eine Umkehrung der Fourneyron-Turbine auf diese Art entstanden. Die Theorie zeigt, dass die Aufstellung nach Francis günstiger ist und grössere Nutzeffecte gewährt. Es ist dies hauptsächlich durch die geringeren Reibungswiderstände, durch die leicht zu erreichende kleinere Austrittsgeschwindigkeit, sowie durch die richtigere Führung und Leitung des Aufschlagswasser begründet. Die Francis-Turbine lässt auch bequem die Aufstellung im Saugrohre zu, wogegen bei Fourneyron dies wegen des radial austretenden Wasserstrahles nicht möglich ist. Dadurch wird die Francisturbine auch für höhere Gefälle bequem verwendbar.

Fig. 5383.



Turbine von Francis.

Die Skizze Fig. 5383 zeigt eine Francis-Turbine mit Saugrohraufstellung. Das Leitrad liegt aussen am Boden des Wasserkastens und wird durch einen Mantel, welcher die Welle mittelst einer Stopfbüchse passiren lässt, gegen das Oberwasser abgedeckt. Concentrisch zum Leitrade und nur durch den Spalt getrennt liegt das Laufrad mit der Welle fest verbunden. Das Laufrad besitzt am inneren Umfang durch die eigenthümliche Form eine grössere Radhöhe, wodurch der Austrittsquerschnitt vergrössert, die Austrittsgeschwindigkeit verkleinert wird. Unterhalb des Laufrades ist das Saugrohr vorhanden, dieses besitzt an seinem Fusse seitliche Austrittsöffnungen für das abfallende Wasser. Durch eine Ringschütze kann der Wasseraustritt eventuell aufgehoben, also die Turbine in Stillstand versetzt werden. Um den Austrittsquerschnitt allmälig in den Querschnitt des Saugrohres überzuführen und dadurch eine Stosswirkung zu verhüten, sind unterhalb des Laufrades im Saugrohre eigenthümlich geartete Holzklötze angebracht, welche durch ihre aus der Fig. 5383 ersichtliche Form für den allmäligen Uebergang der Querschnitte sorgen. Derlei Vorrichtungen sind unter dem Namen Difusser bekannt und empfehlen sich ganz besonders. Die Francis-Turbine ist sowohl für niedere Gefälle von $1 \cdot 5^m$ als auch für mittlere Gefälle von 4 bis 6^m sehr gut anwendbar. Sie wird meist als Reactionsturbine gebaut und lässt einen Wirkungsgrad von 70 und 75 Proc. ganz gut erreichen.

Bezüglich der obigen Skizze ist noch zu erwähnen, dass die massive Turbinenwelle an ihrem unteren Ende mittelst eines Stützzapfens in einem Spurlager ruht, welches im Saugrohre angeordnet ist. Der Spurzapfen liegt sonach im Unterwasser mit seinem Gehäuse und wird deshalb Unterwasserzapfen auch Unterzapfen genannt. Auf diese wichtigen Details kommen wir in Folge noch zurück.

Die Francisturbine hat vielfache Aenderungen durch Prof. Fink, Fischer und andere Constructeure erlitten, durch welche sie auch zur partiellen Beaufschlagung geeignet gemacht wurde. Auch davon wird noch später die Rede sein. Eine andere Anordnung rührt von Nagel in Hamburg her. Diser griff auf die Fourneyronturbine mit innerer Beaufschlagung zurück, gab ihr aber dadurch eine erhöhte Anwendungsfähigkeit, namentlich für grössere Gefälle, dass das Aufschlagswasser durch ein geschlossenes Rohr von unten nach oben in den Leitapparat zugeführt wird. Diese Anordnung wird bei den Regulirungsturbinen, da sie durch ihre Einrichtung dorthin zu zählen ist, eingehender behandelt werden.

Die Axialturbinen, welche das Wasser am einfachsten bezüglich der Richtungsänderungen durchleiten, erhalten sehr verschiedenartige Dispositionen und hiefür sind in erster Linie die zur Ausnützung gelangenden Gefällshöhen massgebend. Für Gefälle von 1·5, 2 und 3^m im Maximum 4^m empfiehlt sich bei grösseren Wassermengen die Aufstellung der Turbine mit offenem Wasserkasten. Die hier übliche Aufstellung ist aus der Fig. 5384 hinlänglich klar. Der Boden des hölzernen Wasserkastens, welcher die directe Fortsetzung des Oberwassergrabens bildet, nimmt in einem entsprechenden Ausschnitt einen gusseisernen Mantel auf, in welchem das Leitrad fix eingelagert ist. Unter dem Leitrad ist das Laufrad montirt. Im Falle einer Reparatur können beide sehr rasch nach oben herausgezogen werden. Das Laufrad kann dabei im Unterwasser laufen (Reactionsturbine) resp. unter Wasser ausgiessen, oder die Anordnung kann auch derart getroffen werden, dass die Turbine in freier Luft läuft. Bei Gefällen von 3^m und mehr ist es zweckmässig, zwischen dem Boden des Wasserkastens und dem Leitrade ein aus Blech hergestelltes Rohr einzuschalten und das letztere auf eiserne Säulen zu montiren, welche im Unterwassercanale fundirt sind. Man umgeht auf diese Weise bei grösseren Tiefen den bedeutenden Druck auf den Boden des Wasserkastens.

Bei Gefällen von mehr als 4 bis etwa 8^m empfiehlt sich die Aufstellung im Saugrohre (siehe Figur 5385), bei welcher aus früher erwähnten Gründen das Laufrad in einer gewissen Höhe über den Unterwasserspiegel disponirt werden kann. Hiedurch wird vor Allem eine kurze Tur-

Fig. 5384.

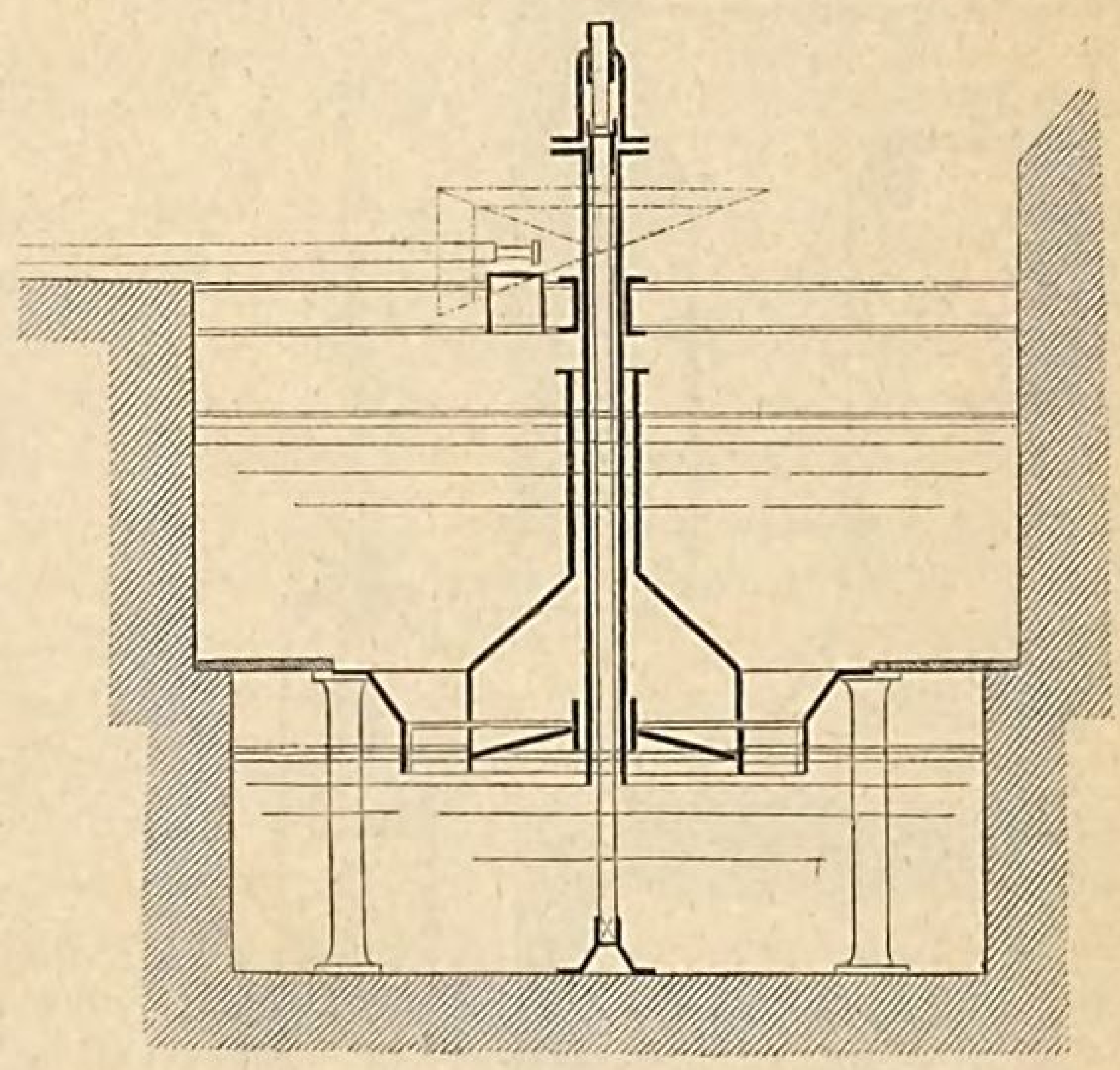
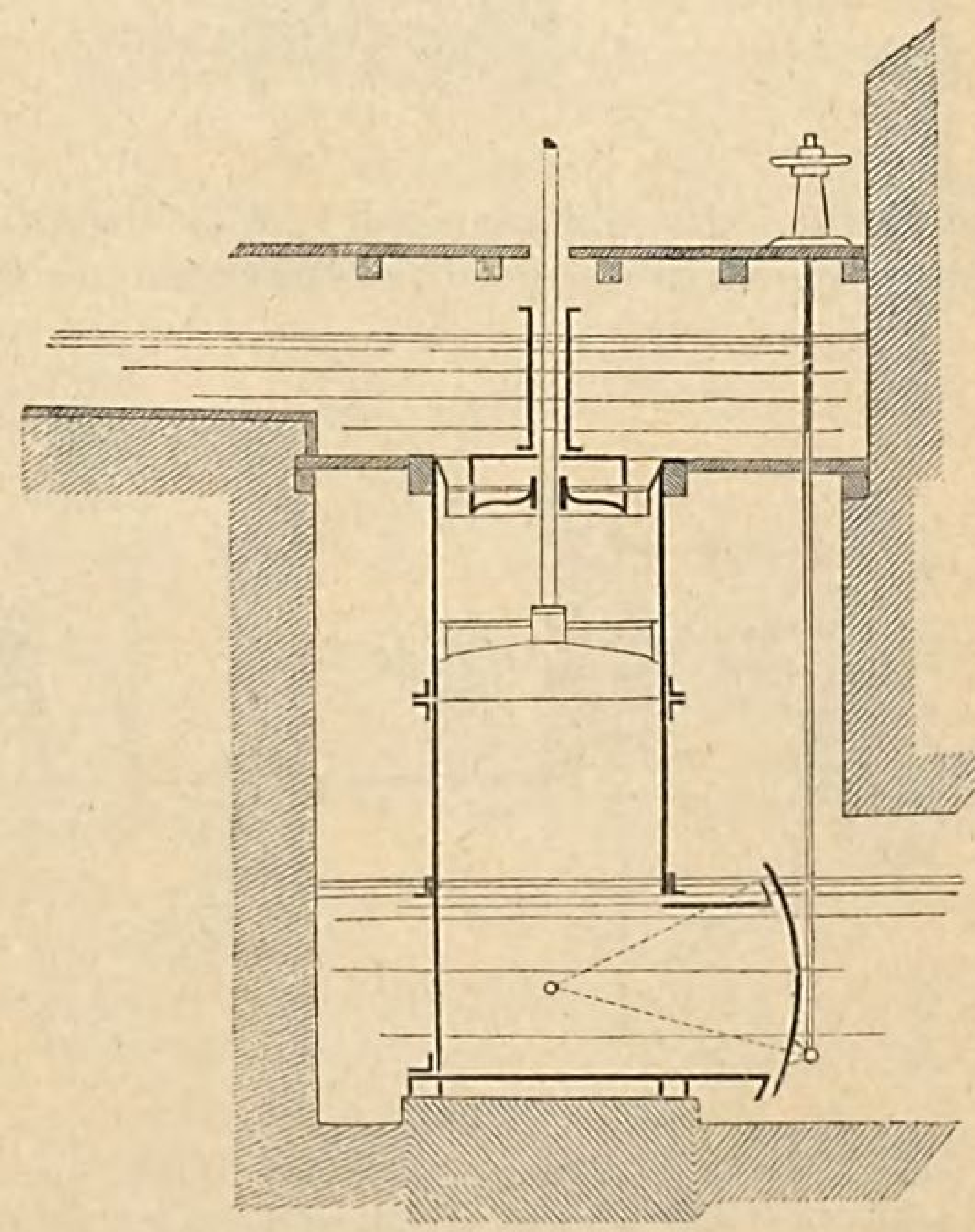


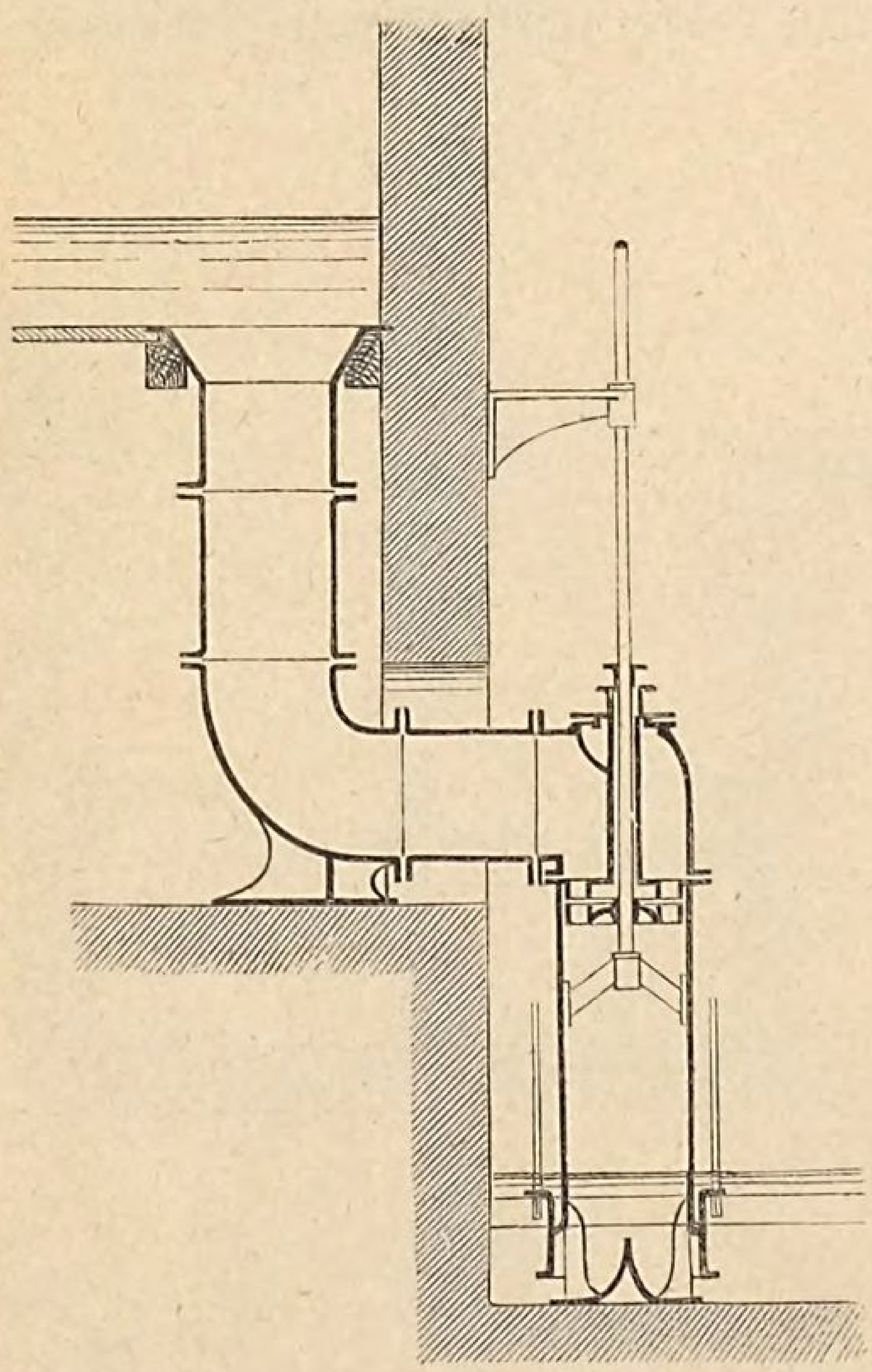
Fig. 5385.



Axial-Turbinen.

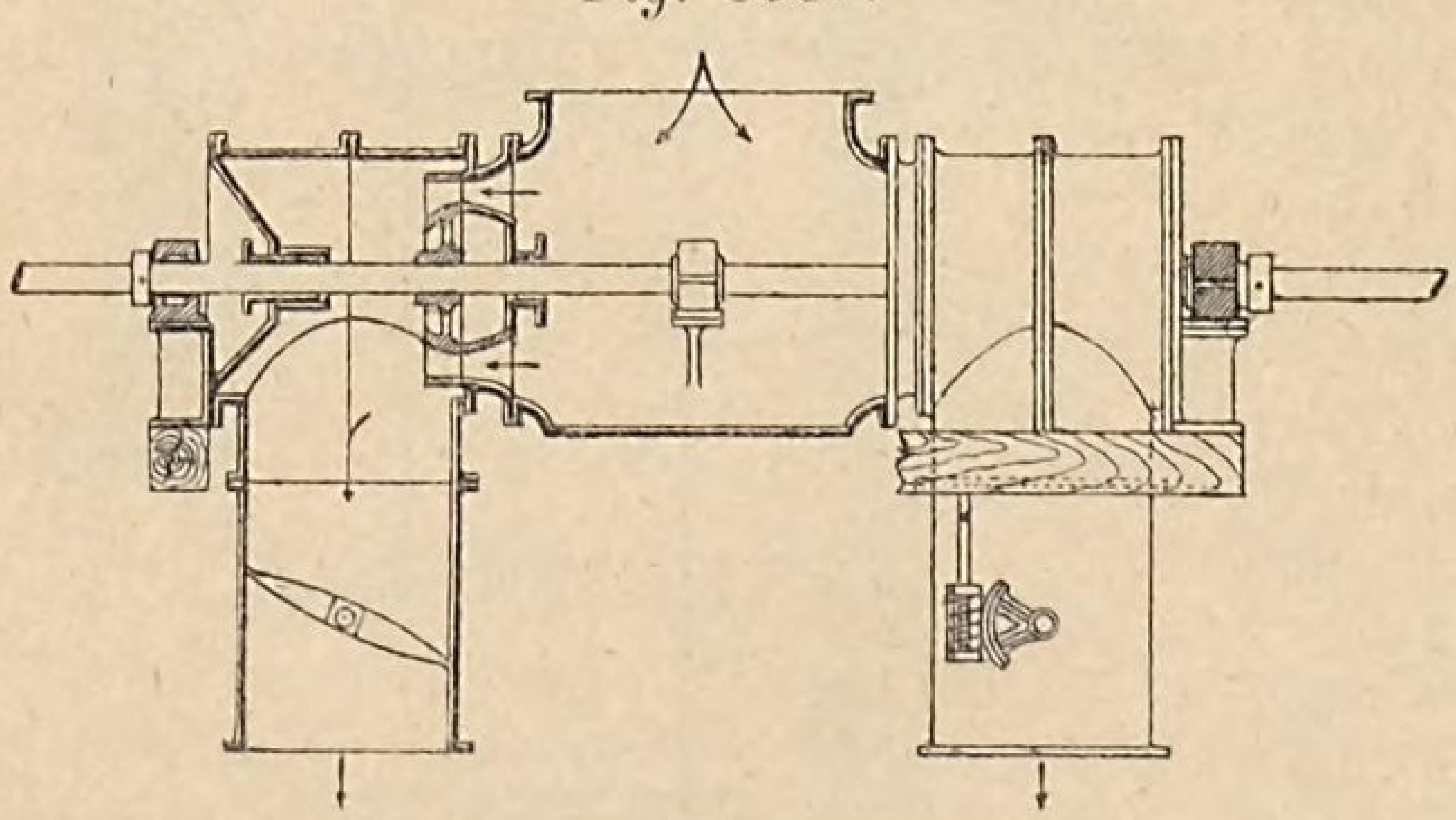
binenwelle, also auch eine geringe Zapfenbelastung erreicht und bleiben Leit- und Laufrad von oben gut zugänglich. Wegen der im Innern des Saugrohres vorhandenen geringen Pressung ist aber für eine gute Functionirung nothwendig, dass das Saugrohr nach aussen hin dicht sei. Es muss also mit besonderer Sorgfalt hergestellt werden und namentlich etwaige Verbindungsstellen gute Abdichtungen besitzen. Am Ende des Saugrohres ist eine Ringschütze — welche von oben durch einen Parallelmechanismus bewegt werden kann — oder ein um eine feste Achse drehbarer Schützen (siehe Fig. 5385) oder im Saugrohr selbst eine Drosselklappe angeordnet. Hiedurch wird das Abstellen der Turbine, und — allerdings sehr roh — eine Regulirung derselben herbeigeführt. Der Zapfen der Turbinenwelle kann dabei wieder ein Unterwasserzapfen sein und in einem Spurlager ruhen, welches im Saugrohr selbst entsprechend montirt ist. Die Aufstellung im Saugrohre ist eine in der Praxis sehr vielfältig verwendete Dispositionsart.

Fig. 5386.



Wenn das Gefälle 5 bis 12^{m}, eventuell auch mehr beträgt, so bringt man gerne die Anordnung im geschlossenen Wasserkasten zur Anwendung. Das Leit- und Laufrad (siehe Fig. 5386) liegt hierbei in einem cylindrischen Kasten, welcher je nach der Dimension aus Gusseisen oder aus Blech hergestellt wird. Dieser Kasten ist nach oben durch einen kräftigen Deckel abgeschlossen, durch welchen die Turbinenwelle mittelst einer Stopfbüchse hindurchtritt. Die Zuleitung des Aufschlagswassers geschieht durch ein winklig abgebogenes Rohr vom Oberwassergerinne her. Bei grossen Gefällen oder besonderen localen Verhältnissen kann ein Theil des Gefälles als Sauggefälle ausgenützt werden (siehe Fig. 5386). Bei kleineren Gefällen oder bei entsprechenden Verhältnissen wird das Laufrad über dem Unterwasserspiegel disponirt. Durch diese Einrichtung wird eine kurze Welle erhalten, es ist hier nicht nothwendig, mit der Welle den Oberwasserspiegel zu durchbrechen. Die Transmission zur weiteren Uebertragung des Effectes kann in jeder beliebigen gut passenden Höhe angeordnet werden. Der Wasserkasten erhält ein verschliess-

Fig. 5387.



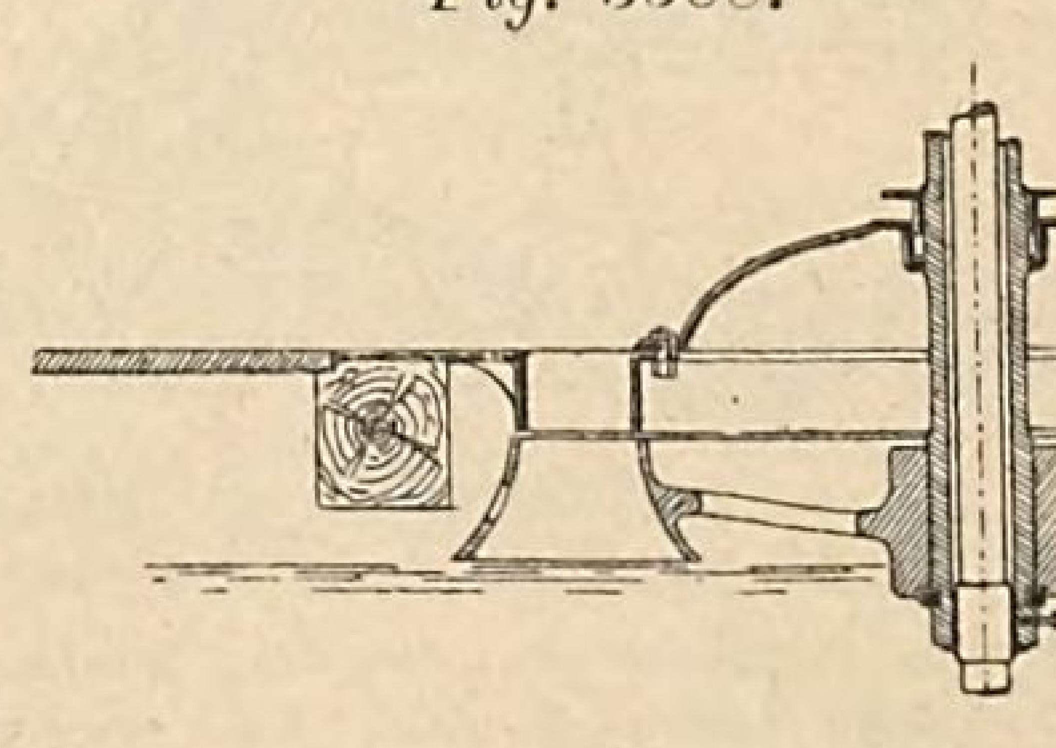
bares Mannloch, um das Leit- und Laufrad zugänglich zu machen, ohne den oberen Deckel abnehmen zu müssen.

Ausser diesen Anordnungen erscheinen in der Praxis noch eine Reihe anderer Dispositionen, welche durch besondere locale Verhältnisse und Umstände getroffen werden müssen. Eine specielle Art zeigt die Fig. 5387. Die Turbinenwelle liegt hier horizontal und das Leit- und Laufrad befindet sich in einem cylindrischen Kasten, welcher durch Rohrleitungen mit dem Ober- und Unterwasser communicirt. Dies Gefälle theilt sich sonach in ein Saug- und ein Druckgefälle. Die horizontale Welle geht beiderseits durch die Deckel mittelst Stopfbüchsen hindurch, ist aussen und innen entsprechend gelagert und gegen axiale Verschiebungen durch geeignete constructive Details geschützt. Bei der in Fig. 5387 dargestellten Horizontalturbine sind an derselben Welle (rechts und links) zwei Turbinen angeordnet, wonach die Drücke in der Richtung der Achse sich gegenseitig aufheben müssen. Bei der gewöhnlichen Anordnung mit verticaler Welle ist meist eine Uebersetzung durch Kegelräder auf eine horizontale Welle nothwendig, von welcher die Weitertransmittirung des Effectes zu den Arbeitsmaschinen erfolgt. Bei der letzterwähnten Disposition entfällt diese Uebersetzung und können unter Umständen die Arbeitsmaschinen direct angetrieben werden. Namentlich in Hüttenwerken ist diese Disposition mit Erfolg zum Antriebe von Walzenstrassen in Verwendung gekommen.

Die Girard-Turbinen bilden eines der am meisten verbreiteten Turbinensysteme. Sie gehören zu den Actions- oder Druckturbinen, zeigen aber wesentliche Abweichungen in ihrer Einrichtung von den bis jetzt behandelten Turbinen dieser Art. Während hier — wie wir oben gesehen haben — der Wasserstrahl mit der dem Gefälle entsprechenden Geschwindigkeit ins Laufrad tritt, wird er in diesem seitlich begrenzt durch die concentrisch zu einander stehenden Turbinenkränze und nach vorne durch die Turbinenschaufel selbst. Nach rückwärts findet eine Begrenzung des Wasserstrahles (ausser bei Rückschaufeln) nicht statt, weil eben bei Druckturbinen in Folge der gleich bleibenden relativen Geschwindigkeit ein Ausfüllen der Turbinencanäle niemals eintreten kann.

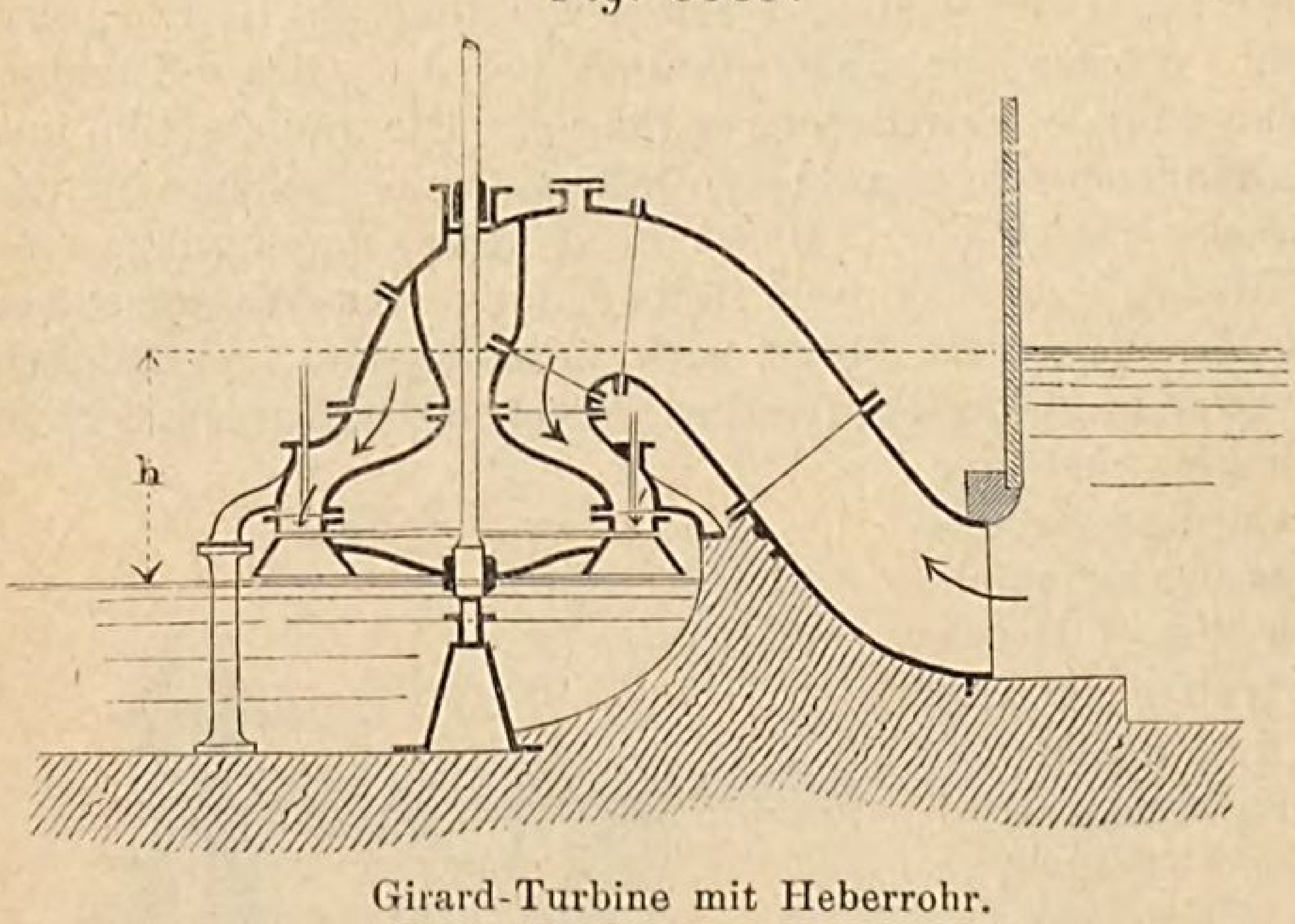
Girard hat nun seine Turbinen derart construirt, dass der Wasserstrahl beim Passiren des Laufrades blos der concaven Seite der Laufradschaufel folgt ohne seitlich durch die Turbinenkränze oder rückwärts durch die Schaufel begrenzt zu werden. Da im Spalte bei dem Actionsprincipe atmosphärische Pressung herrscht, so wird dieser auch im Innern des Laufrades vorhanden sein. Demnach ist der Wasserstrahl im Innern des Laufrades von drei Seiten von atmosph. Luft begrenzt und um dieses zu erreichen, müssen die Laufradkränze bei den Girard-Turbinen gegen die Austrittsseite eine radiale Erweiterung erfahren. Die radiale Ein- und Austrittsweite am Laufrade sind sonach verschieden von einander, letztere beträgt zweckmässig oft das zweifache der ersteren. Durch diese Kranzerweiterung, resp. Kranzeinschnürung wird die vollkommen freie Entwicklung des Wasserstrahles erreicht. Der Querschnitt des letzteren ändert sich allmälig und gesetzmässig bei seinem Durchfluss und zwar in Folge des Druckes, welchen die Wasserschichten des Strahles an jene Schichten bei der Abgabe der lebendigen Kraft an die Schaufelwände ausüben, welche längs der Schaufelwand selbst gleiten. Durch diesen Druck wird eine allmälige Verbreiterung des Strahles hervorgebracht, der Strahl erhält oder entwickelt sich nach dem Ausdrucke Girard's „mit freier Abweichung" und sein Querschnitt ist vollkommen unabhängig vom Zellenquerschnitt. Es ist aber auch sofort klar, dass solche Girard-Turbinen immer in freier Luft laufen müssen. Würde ein Tauchen in das Unterwasser stattfinden, so müsste in Folge ihres Eindringens in das Laufrad der — seitlich und rückwärts nicht mehr von Luft, sondern vom todten Unterwasser begrenzte — Strahl so sehr zu Wirblungen, Stössen und Unregelmässigkeiten veranlasst werden, dass der Wirkungsgrad auf das empfindlichste reducirt würde. Versuche und Erfahrung haben dies vollauf bestätigt. Die Girard-Turbinen sind daher nur für constantes Gefälle und für

Fig. 5388.



den Fall anwendbar, dass das Unterwasser keine Stauung erleidet. Die in Fig. 5388 dargestellte Skizze zeigt Leit- und Laufrad einer Girard-Turbine im Schnitt durch eine axiale Ebene und ist aus derselben die bedeutende Erweiterung des Laufradquerschnittes nach unten zu entnehmen. Es ist selbstverständlich, dass die Schaufelung ebenfalls die Winkelbeziehung $\beta = 2\,\alpha$ haben muss, denn die Girard-Turbine ist eine Actions-Turbine, welche dieses Princip am reinsten zur Geltung bringt. Girard hat bei den Laufrädern seines Systems auch die Ventilation derselben angeordnet, das heisst, er hat dafür gesorgt, dass stets nur atmosphärische Pressung im Innern des Laufrades vorhanden sein kann. Zu diesem Zwecke ist entweder das Laufrad schon an seiner Eintrittsstelle etwas breiter gehalten als das Leitrad an der Austrittsseite, es bleibt demnach am Spalte eine ringförmige, am äusseren und inneren Umfang des Laufrades vorhandene Oeffnung, durch welche stets Luft eintreten kann. Oder auch die erweiterte Turbinenkranzwandung zeigt eine Oeffnung für den Lufteintritt. In der Skizze sind beide Arten vereinigt, wie dies auch thatsächlich geschieht. Auch die Leitcanäle hat Girard ventilirt und dies um die Turbine nicht nur als Voll-, sondern auch als Partialturbine gut brauchbar zu machen. Bei partieller Beaufschlagung würde eben durch den Wasserstrahl, der aus dem Laufrad unter einer bedeckten Leitradzelle entweicht, eine Luftverdünnung entstehen, welche dem Austritt hinderlich sein muss. Aus dem Gesagten ist zu entnehmen, dass die Girard-Turbinen für Wasserkräfte, welche keiner Stauwirkung unterliegen und welche variable Wassermengen führen, vorzüglich angewendet werden kann. Bei richtigen Constructionsverhältnissen und tadelloser Ausführung kann die absolute Wasserkraft durch dieselben mit 75 bis 80 Proc. ausgenützt werden. Dabei bleibt der Wirkungsgrad nahezu constant bei stark variirenden Aufschlagsmengen. Natürlich setzt letzteres geeignete Regulirvorrichtungen voraus, welche wir in Folge kennen lernen werden. Die Girard-Turbinen haben in den verschiedenen industriellen Ländern, namentlich für höhere Gefälle und zwar mit vollem Recht Verwendung gefunden.

Fig. 5389.



Girard-Turbine mit Heberrohr.

Eine ganz interessante Disposition, welche Girard für seine Turbinen wiederholt in Anwendung brachte, zeigt Fig. 5389 und besteht in der Anordnung eines heberförmigen Rohres, welches das Wasser aus dem Wasserkasten der Turbine zuführt. Veranlasst wurde diese Disposition durch das geringe disponible Gefälle, sowie durch örtliche Umstände, welche es nicht erlaubten, das Fundament zur Aufstellung der Turbine weiter respect. tiefer auszuheben. Für das Anlassen der Turbine muss natürlich vorerst die Luft aus dem Heber entfernt werden, wozu eine Luftpumpe dient. Deshalb müssen auch die Leitcanäle nach oben hin durch Schieber oder Deckel abgeschlossen werden können. Die Luftpumpe bildet allerdings eine lästige Beigabe dieser Dispositionsart, doch empfiehlt sich dieselbe bei obwaltenden Verhältnissen ganz vorzüglich, wie dies unter anderen die riesigen „Syphon“-Turbinen des Genfer Wasserwerkes zeigen.

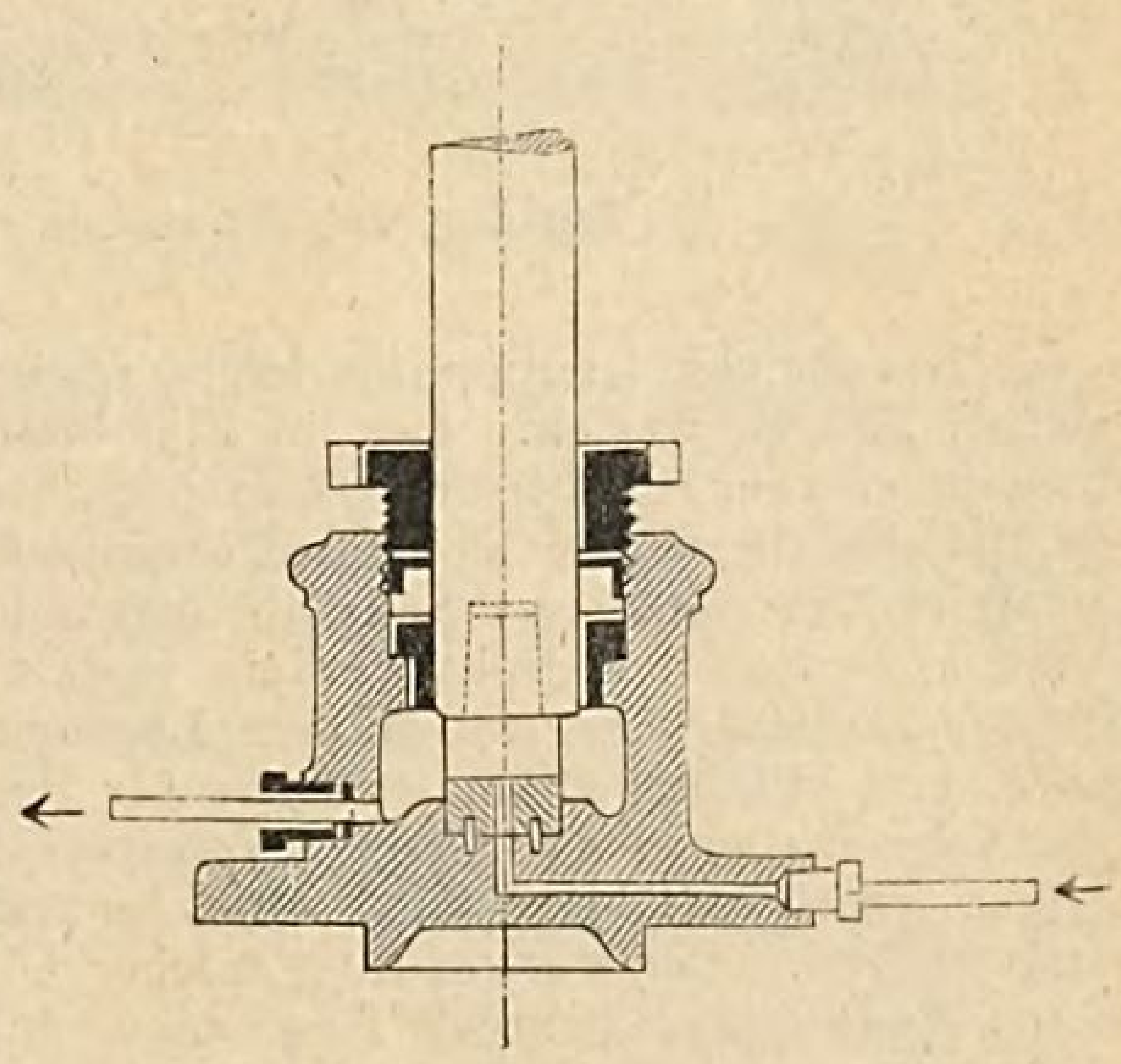
Ueber einige wichtige Details, welche bei den Turbinen von allgemeinem Interesse erscheinen, ist hier in Kürze Folgendes zu berichten. Die Schaufeln der Turbinen werden zweckmässig aus Blech von entsprechender, möglichst geringer Dicke hergestellt und in den Radkranz eingegossen. Man hat auch Constructionen versucht, durch welche ein bequemes Auswechseln einzelner Schaufeln in Folge eines eingetretenen Bruches ermöglicht wird. Die Laufräder für Axialturbinen im Saugrohre bedürfen keines äusseren Kranzes, sie ruhen

freitragend blos am inneren Kranz und lassen am äusseren Umfang zwischen sich und dem Saugrohre einen schmalen, ringförmigen Spalt. Kleinere Laufräder werden aus einem Stück hergestellt, grössere erhalten den Kranz mit dem, Nabe und Arme bildenden Gusstück durch Schrauben verbunden. Eine grössere Tragfähigkeit des Armsystems wird durch schwache Krümmung desselben gesichert. Die Welle wird mit dem Turbinenrad einfach verkeilt, doch wendet man auch besondere Details zu dieser Verbindung an, deren Zweck in dem genauen Justiren der Höhenlage des Laufrades gegenüber dem Leitrade (Regulirung der Spaltweite) und in der sicheren Fixirung von Welle und Rad besteht. Es ist wichtig, dem, das Leitrad nach oben abdeckenden Mantel eine solche Gestalt zu geben, welche nur allmälig sich vollziehende Richtungsänderungen des niedersinkenden Wassers bedingt. Die Welle muss durch diese Mäntel dicht hindurchtreten, zu welchem Zwecke Stopfbüchsen mit Lederdichtung oder einfache Lederstulpe anzuwenden sind. Stets muss die Einrichtung derart getroffen sein, dass Leit- und Laufrad leicht zugänglich bleiben. Es ist dies erforderlich, weil Laub, kleine Aeste, Land, Eis etc. stets vom Wasser mitgeführt werden, wodurch die Turbinencanäle verlegt werden können. Grobe, vom Wasser geführte Massen werden bereits durch die Anordnung eines Rechens von dem Eintritte ins Turbinenhaus ferne gehalten.

Die grösste Aufmerksamkeit und Sorgfalt hat man der Construction der Zapfen und ihrer Einlagerung, sowie der Wartung und Beaufsichtigung derselben während des Betriebes zuzuwenden. Erwägt man, dass der Spurzapfen einer verticalen Turbinenwelle das Gewicht derselben, sowie der darauf sitzenden Transmissionstheile und des Laufrades aufzunehmen hat, dass der Druck des durchströmenden Wassers belastend wirkt, weiters dass die Tourenzahl in der Regel gross ist, so wird klar, dass eine unzweckmässige Construction, eine ungenügende oder nicht sachgemässe Wartung des Zapfens seine rasche Abnützung bedingen und erhöhte Reibungseffecte herbeiführen muss. Sonach erscheint es geboten, den auf die Flächeneinheit der Zapfenspur entfallenden Druck klein zu erhalten, das heisst grosse Zapfendurchmesser anzuwenden. In dieser Hinsicht gilt ein specifischer Druck von 0·8 bis 0·9 Kilo per □mm als guter mittlerer Werth, welcher eine geringe Abnützung des Zapfens verbürgt. Weiters muss für eine continuirliche und reichliche Schmierung des Zapfens gesorgt werden, wobei das bereits unrein gewordene Schmiermaterial in geeigneter Weise zum Abfluss gebracht werden soll. Die Spurfläche des Zapfens muss vom Zutritte des Wassers geschützt werden, um etwaige Verreibungen durch Sand u. dgl. hintanzuhalten.

Man theilt nun die bei den Turbinen üblichen Zapfenconstructionen in Unter- und Oberwasserzapfen ein.

Fig. 5390.



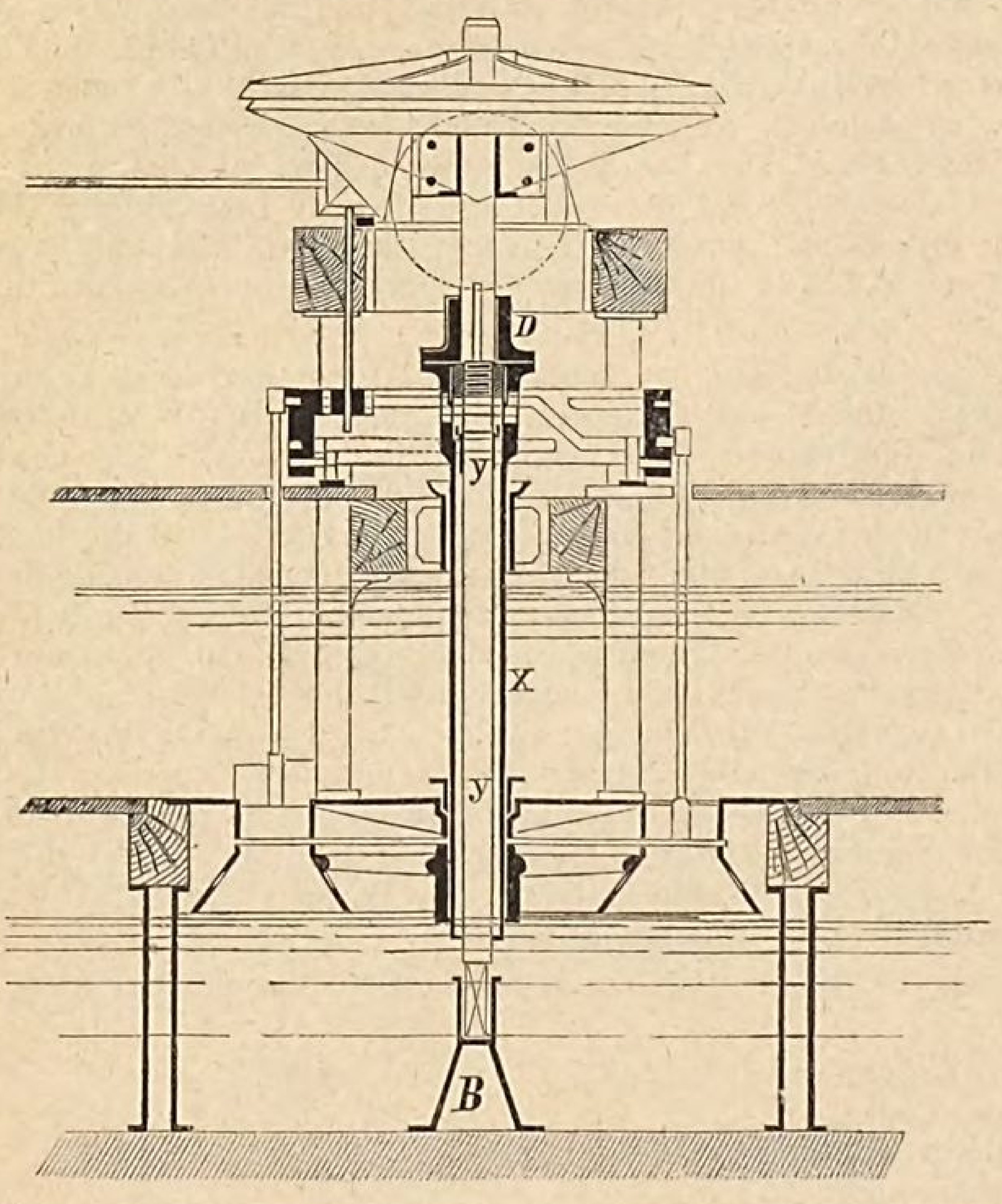
Unterwasserzapfen.

Die Unterwasserzapfen liegen, wie schon früher angedeutet wurde, unter dem Laufrade im Unterwasser und sind deshalb während des Betriebes nicht zugänglich und nicht zu beobachten. Die nebenstehende Fig. 5390 zeigt eine moderne Anordnung eines Unterwasserzapfens. Derselbe liegt in einem gusseisernen Gehäuse, welches mit einer Stopfbüchse die Welle abdichtet, um das Eindringen des Wassers zu verhindern. Die am Ende der Welle eingesetzte, stählerne Spurplatte stützt sich gegen die zweite, meist aus Bronce hergestellte, im Gehäuse fest liegende Platte. Das Oel wird durch eine Rohrleitung in der Mitte zwischen den Spurflächen eingeleitet und kann durch eine zweite Leitung und Vermittlung einer kleinen Oelpumpe wieder abgezogen werden, wenn es bereits unrein geworden ist. Sehr häufig findet sich Pockholz als Material solcher Zapfen oder Spurplatten verwendet. Pockholz kann eben einfach mit Wasser benetzt werden, um die Schmierung zu ersetzen und erleidet selbst bei grösseren Belastungen nur geringe Abnützungen. Namentlich an amerikanischen Turbinen findet sich Pockholz vielfach in Verwendung. Die Unterwasserzapfen bedingen durch ihre Unzugänglichkeit oft bedeutende Störungen im Betriebe der Turbinen und haben aus diesem Grunde und weil die Oberzapfen rationelle und bewährte Constructionen aufweisen, gegenwärtig eine beschränkte Anwendung.

Die Oberwasserzapfen sind entweder Kammzapfen, wobei eine massive Welle vorhanden ist, oder auch Hängezapfen, in welchem Falle die Turbinenwelle hohl anzuordnen ist. Die Hängezapfen wurden zuerst von Fontaine angewendet und bilden eine Eigenthümlichkeit der nach diesem Constructeur benannten Turbinen. Die Construction erhellt aus Fig. 5391, welche die Disposition einer Girard-Regulir-Turbine darstellt. Die Turbinenwelle x ist hohl, durch ihr Inneres geht die massive Tragstange y, die mit ihrem unteren Ende in einem Bockgerüste B verkeilt ist. Die hohle Turbinenwelle erweitert sich zur Aufnahme des Spurzapfens oberhalb des Oberwasserspiegels laternenartig und ist verschraubt mit einem muffartigen Fortsatz o, welcher zur Aufnahme der drehbar eingerichteten Zapfenspindel

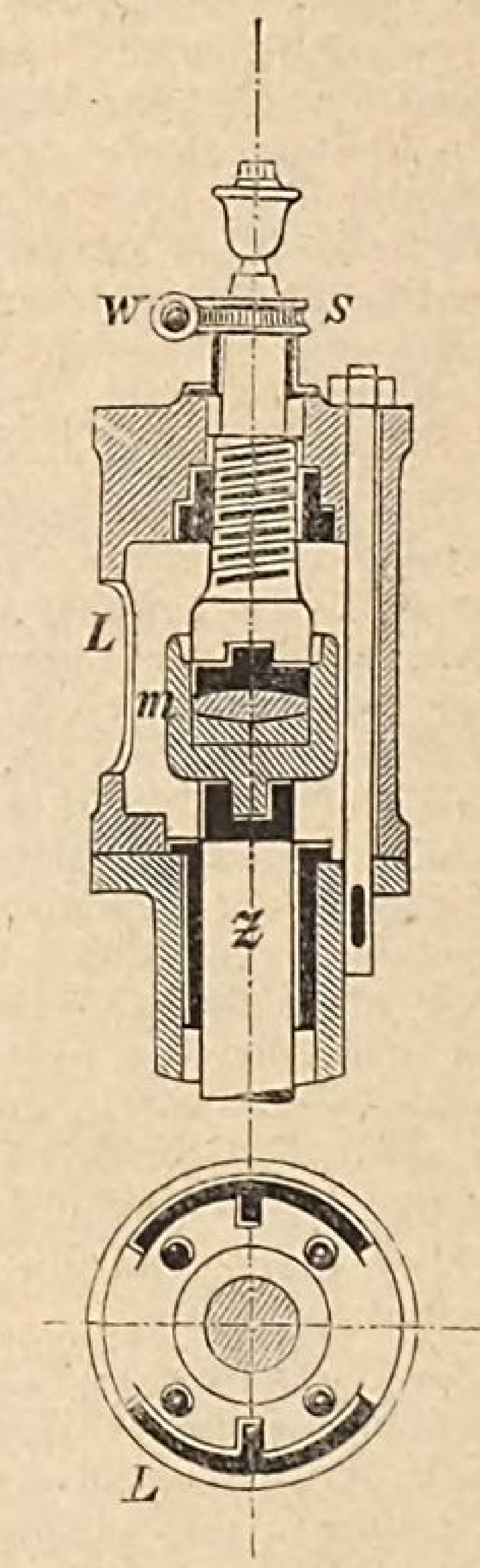
dient. Letztere trägt in Fig. 5391 überdies noch das erste Transmissionsrad. Die Tragstange nimmt innerhalb der Laterne ein Spurgehäuse auf, in welchem die Spurplatten liegen. Gegen diese stützt sich die an der Zapfenspindel befestigte Spurplatte. Auf solche Weise wird das Gewicht der hohlen Welle sammt den zugehörigen Bestandtheilen auf die Zapfenfläche über-

Fig. 5391.



Turbine von Fontaine.

Fig. 5392.



Oberwasserzapfen.

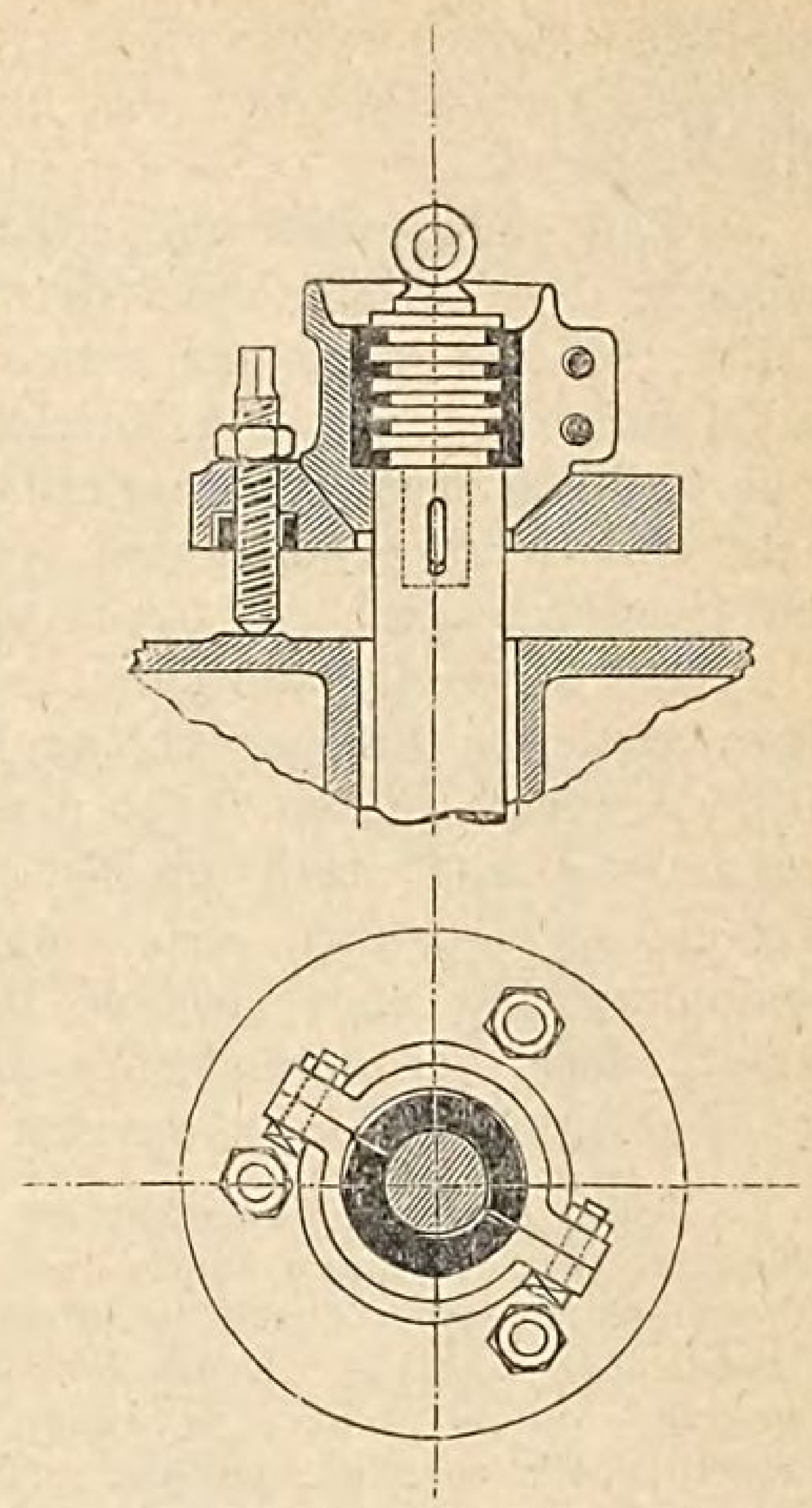
tragen. Der Zapfen ist nunmehr leicht zugänglich und während des Betriebes bequem zu beobachten und zu warten. Der in Fig. 5391 dargestellte Zapfen ist ein Mittelzapfen, zum Unterschiede vom eigentlichen Oberzapfen, welcher über dem Transmissionsrad verlegt erscheint. Eine übliche Construction eines Oberzapfens ist durch Fig. 5392 dargestellt. Die Zapfenspindel ist hier mit einem Schraubengewinde versehen und kann durch Wurm und Schnecke (*w* und *s*) eventuell gedreht werden, wodurch ein Heben oder Senken der hohlen Welle, also auch des Laufrades gegenüber dem Leitrade erfolgt. Auf diese Weise kann die Spaltweite regulirt und allfälligen Abnützungen der Spurplatten begegnet werden. Die Laterne *L* wird durch Schrauben mit der hohlen Welle verbunden, *z* ist die Tragstange, *m* der Spurtopf, in welchem zwei gusstählerne und eine bronzene Spurplatten (die letztere von linsenförmiger Gestalt) ruhen. Bei Verwendung solcher Ober- und Mittelzapfen muss die hohle Welle am unteren Ende gegenüber der Tragstange durch eine passende Construction geführt werden und überdies soll bei grösserer Länge der Welle an geeigneter Stelle ein Halslager zur weiteren Führung vorhanden sein. Die Führung der Welle gegenüber der Tragstange ist aus Fig. 5388, dem Detail einer Girard-Turbine zu entnehmen. Diese Hängezapfen lassen constructiv viele Variationen zu, sie erscheinen auf den ersten Blick complicirt, gewähren aber für den sicheren Betrieb sehr viele Vortheile gegenüber den Unterwasserzapfen, welche immer seltener zur Anwendung gelangen.

Die Kammzapfen werden ebenfalls oberhalb des Oberwasserspiegels disponirt und bestehen in einer Anzahl rechteckiger Ringe (Bünde), welche aus der massiven Welle herausgedreht werden. Das Auflager wird durch eine gewisse Anzahl von Bronzeringen, Ringfutter gebildet, die in einem Spurgehäuse liegen. Letzteres ruht auf starken, im Mauerwerke der Turbinenstube versetzten, Traversen. Fig. 5393 zeigt die Construction eines Kammzapfens. Sie besitzen den Nachtheil, dass es ausserordentlich schwierig ist, in all' den einzelnen Ringen das gleich sichere und richtige Auflager zu erzielen. Ist dies aber nicht der Fall, so kann eine sehr rasche Abnützung der wirklich belasteten Ringfutter, ein Warmlaufen etc. eintreten. Aus diesem Grunde hat man die Construction der Kammzapfen derart abgeändert, dass nur eine einzige Ringfläche zur Uebertragung der Belastung vorhanden ist.

Derlei Zapfen heissen Ringzapfen, sie werden ebenfalls regulirbar eingerichtet.

Bezüglich der weiteren Baudetails der Turbinenanlagen wäre noch zu erwähnen, dass die offenen Wasserkästen meist aus starken hölzernen Bohlen (durch Feder und Nuth verbunden) zur Ausführung gelangen. Geschlossene Wasserkästen (siehe Fig. 5386) sind aus Gusseisen oder bei grossen Dimensionen aus Blech durch Nietung herzustellen. Gleiches gilt von der anschliessenden Rohrleitung. Die Querschnitte der Ober- und Unterwassercanäle sind so gross zu halten, dass die in denselben eintretenden Geschwindigkeiten 0·8 bis 1·0^{m} per Secunde betragen. Die Turbinenstuben schliessen nach aussen (meist nur gegen das Oberwasser) durch einfache Schützenzüge ab, welche mit entsprechenden Aufzugsvorrichtungen (Zahnstange, Schnecke und Schneckenrad) zu versehen sind. Der Zweck dieser Schützen ist ohne weiteres klar. Nebstdem muss auch ein Leergerinne, Leerfluder angeordnet sein, durch welches das directe Abstürzen des Wassers aus dem Ober- in den Unterwassergraben ermöglicht wird, ohne die Turbine selbst zu passiren. Auch an der Einmündungsstelle des Leerfluders in den Oberwassergraben ist ein Schützenzug anzuordnen.

Fig. 5393.



Kammzapfen.

R e g u l i r u n g d e r T u r b i n e n. Nur in verhältnissmässig wenigen Fällen besitzen die industriell verwendbaren Wasserläufe constante Durchflussmengen. In Folge klimatischer und sonstiger Einflüsse nimmt die Wassermenge zeitweise ab, wodurch selbstverständlich auch der absolute Effect proportional vermindert wird. Es handelt sich nunmehr darum, die Turbinen derart einzurichten, dass sie auch zur Aufnahme variabler Wassermengen geeignet sind, wobei der Wirkungsgrad constant bleiben soll. Derlei Vorrichtungen führen zur Regulirung der Turbinen (Regulirungsturbinen) und können entweder durch den Maschinenwärter nach seinem Ermessen bethätigt oder auch vollständig selbstthätig wirkend eingerichtet werden. In neuerer Zeit ist die Construction der Regulirungsturbinen bis zu einem hohen Grad der Vollkommenheit gediehen.

Die einfachste Art der Regulirung scheint in der Verstellung des Ablaufschützens, Ringschützen oder der Drosselklappe, kurz in der Veränderung des Ausflussquerschnittes zu bestehen; doch ist dies die schlechteste Art einer Regulirung, wie aus folgendem hervorgeht. Die Wirkung des Wassers, welche im Turbinenrade nutzbar gemacht werden soll, ist durch dessen lebendige Kraft $L = M\frac{c^2}{2}$ bestimmt, worin M die pro Secunde beaufschlagte Masse des Wassers und c die absolute Einlaufsgeschwindigkeit darstellt. Wird nun die Ringschütze derart verstellt, dass nur die halbe Wassermenge ab-, respective auch zufliessen kann, so wird auch die Geschwindigkeit auf $\frac{c}{2}$ reducirt, weil die gleich bleibenden Durchflussquerschnitte im Leit- und Laufrade dies bedingen. Die Leistung ist nunmehr zu entnehmen aus

$$L_1 = \frac{\frac{M}{2} \cdot \left(\frac{c}{2}\right)^2}{2} = \frac{M c^2}{8 \cdot 2},$$

beträgt also nur mehr den 8. Theil der früheren Leistung, welche der normalen Aufschlagsmenge zukam. Die Rechnung gibt zu erkennen, dass die Leistungen bei Verstellung des Ringschützens mit der dritten Potenz der Wassermengen im Verhältnisse stehen. Bei halber normaler Wassermenge wird also nicht der halbe sondern nur der achte Theil des normalen Effectes entwickelt. Aber auch diese

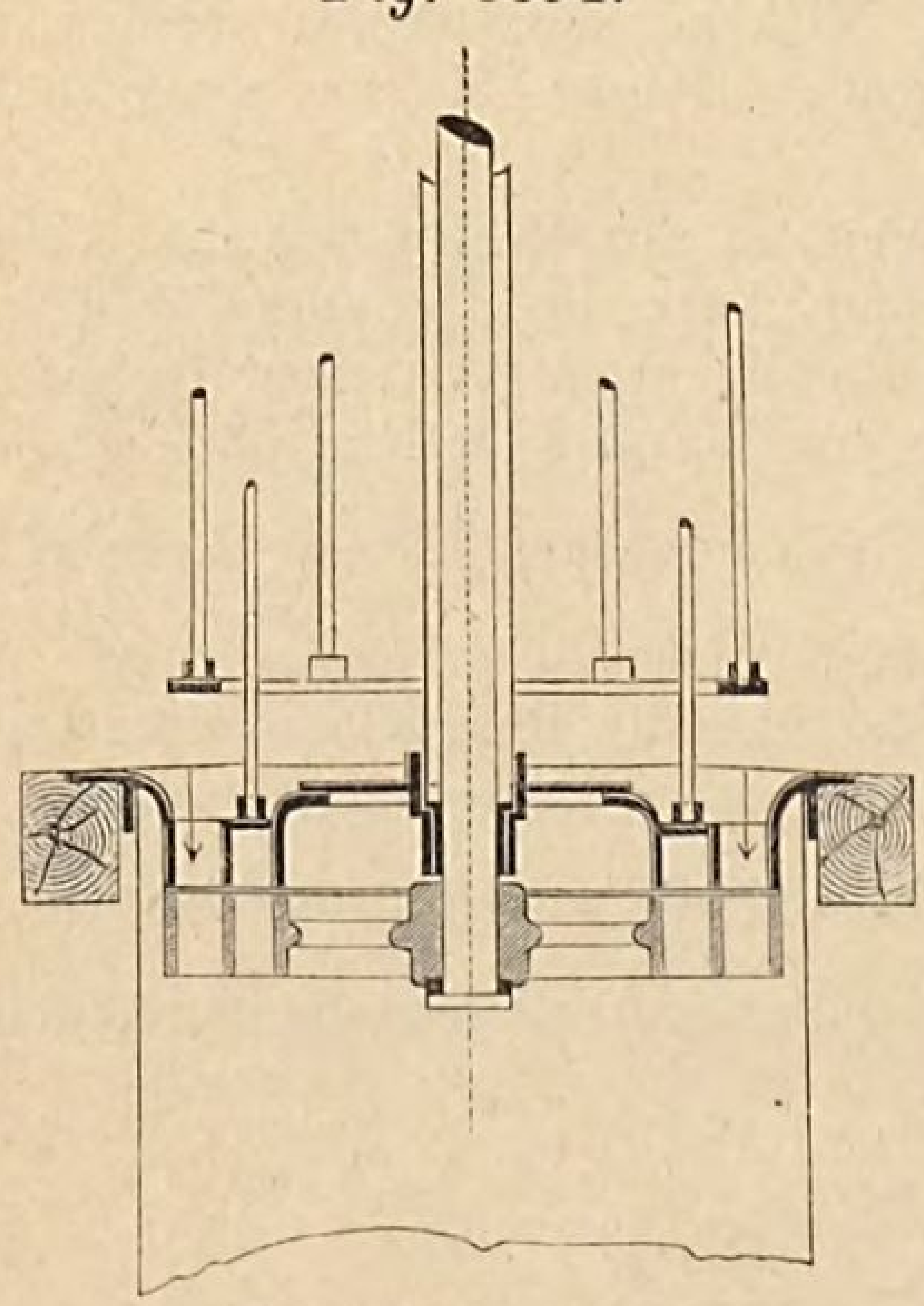
Leistung wird nicht gewonnen, weil auch der Wirkungsgrad mit der Veränderung der Geschwindigkeit abnimmt. Man sieht, dass die Verstellung des Abflussquerschnittes absolut unbrauchbar ist für die Regulirung der Turbinen und dass Ringschützen, Drosselklappen etc. nur Mittel zur bequemen In- und Aussergangsetzung bilden können.

Von einer guten und richtigen Regulirung muss verlangt werden, dass die Leistung der Turbine stets den beaufschlagten Wassermengen einfach proportional bleibt und dies kann nur erzielt werden, wenn die Durchflussquerschnitte im Leit- und Laufrade durch eine Vorrichtung derart verändert werden, dass sie den veränderten Wassermengen angepasst erscheinen. Diese Forderung ist constructiv nicht einfach zu erfüllen und setzt der praktischen Realisirung, namentlich bei den Ueberdruckturbinen bedeutende Schwierigkeiten entgegen.

Bei den Actionsturbinen, welche, wie früher bereits auseinandergesetzt wurde, einer partiellen Beaufschlagung fähig sind, kann die Regulirung durch einfachere Mittel erreicht werden. Bei den Ueberdruckturbinen aber, wo der in der Zelle vorhandene und nach abwärts gleitende Wasserstrom niemals vom Oberwasser getrennt werden darf, ohne empfindliche Verluste herbeizuführen, muss die obige Bedingung für eine correcte Regulirung vollkommen erfüllt werden, und zwar derart, dass bei verändertem Durchflussquerschnitt im Leit- und Laufrade, die Beaufschlagung stets am ganzen Umfang des letzteren stattfinde.

Schon Fourneyron hat die Nothwendigkeit der Regulirung der Turbinen für verschiedene Wassermengen empfunden. Er construirte das Laufrad seiner Turbine als Etagenrad, indem dasselbe durch parallele Radkränze mehrere gleich hohe Abtheilungen erhielt. Der zwischen Leit- und Laufrad im Spalte verschiebbare Rundschützen konnte in jeder Höhenlage fixirt werden, so dass entweder nur die unterste Etage oder 2 oder alle 3 Etagen dem Wasserdurchflusse offen standen, je nachdem die augenblicklich vorhandene Wassermenge $^1/_3$, $^2/_3$ oder $^3/_3$ der normalen betrug. Für die Stellung des Rundschützen zwischen zwei Etagenböden, resp. für Wassermengen, welche zwischen obigen Intervallen lagen, war jedoch diese Regulirung total unbrauchbar. Da dieselbe ausserdem constructive Schwierigkeiten verursachte und im Betriebe viele Reparaturen veranlasste, wurde sie bald aufgegeben.

Fig. 5394.



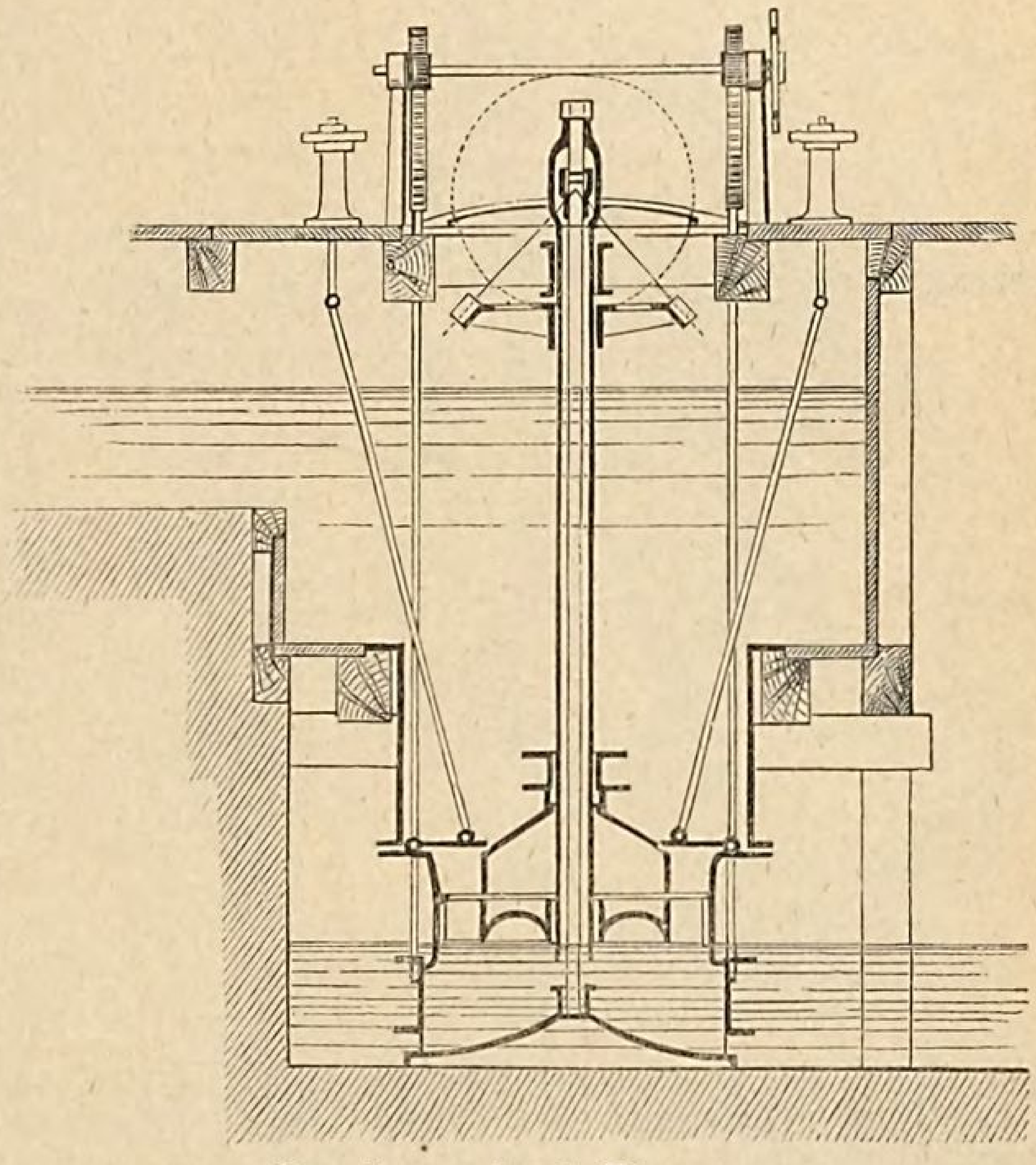
Doppelkranzturbine.

Eine unvollkommene Regulirung ähnlicher Art, die man aber unter Umständen als bequemes Auskunftsmittel dennoch verwenden kann, besteht in der Anordnung mehrerer Kränze. Durch Fig. 5394 wird die Construction dieses Systems, der Doppelkranzturbinen, erläutert. Eine cylindrische Wand theilt hier sowohl das Leit-, als auch das Laufrad in zwei Abtheilungen. Diese selbst werden so bemessen, dass sich ihre Durchflussquerschnitte etwa wie 1 : 2 verhalten. Ist die normale Wassermenge zum Betriebe vorhanden, so bleiben beide Abtheilungen unbedeckt und das Aufschlagswasser fliesst durch beide Kränze. Beträgt die Wassermenge $^1/_3$ der normalen, so wird durch einen Ring von entsprechender Gestalt der äussere Kranz des Leitrades geschlossen, die Beaufschlagung findet also nur am inneren Kranze statt. Endlich bei Eintritt von $^2/_3$ des normalen Wasserquantums kann durch einen zweiten Ring der innere Kranz bedeckt und der äussere dem Durchgang des Wassers frei gehalten werden. Diese ringförmigen Abschlussdeckel können durch passende Mechanismen, etwa Schrauben und Zahnräder als Mutter für erstere oder Zahnstange und Handgetriebe gehoben und gesenkt werden. Selbstverständlich ist der Zustand der Turbine nur bei diesen 3 Intervallen in der Wassermenge richtig. Mitunter construirt man den einen Kranz und zwar den äusseren als Ueberdruckturbine, den inneren Kranz aber nach dem Actionsprincipe. Der innere Kranz kann dann partiell beaufschlagt werden, indem man eine, der vorhandenen Wassermenge entsprechende Anzahl von Leitcanälen offen lässt, die übrigen durch geeignete Mittel abschützt und den äusseren Kranz dann in Anwendung nimmt, wenn die genügende Wassermenge zu seiner vollen Beaufschlagung vorhanden ist. Bei grossen

Wassermengen arbeiten wieder beide Kränze zusammen. Doch muss hierbei die Construction richtig durchgeführt werden, damit beide Abtheilungen mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit arbeiten.

Die Regulirung bei den Actions-Turbinen wird gegenwärtig beinahe ausschliessend nur mehr in der Art vorgenommen, dass die Anzahl der dem Wasserdurchfluss offen stehenden Leitradzellen verändert wird. Geschehen kann dies durch verschiedene Mittel, als Klappen, Schieber, elastische und starre Rundschützen etc.

Fig. 5395.

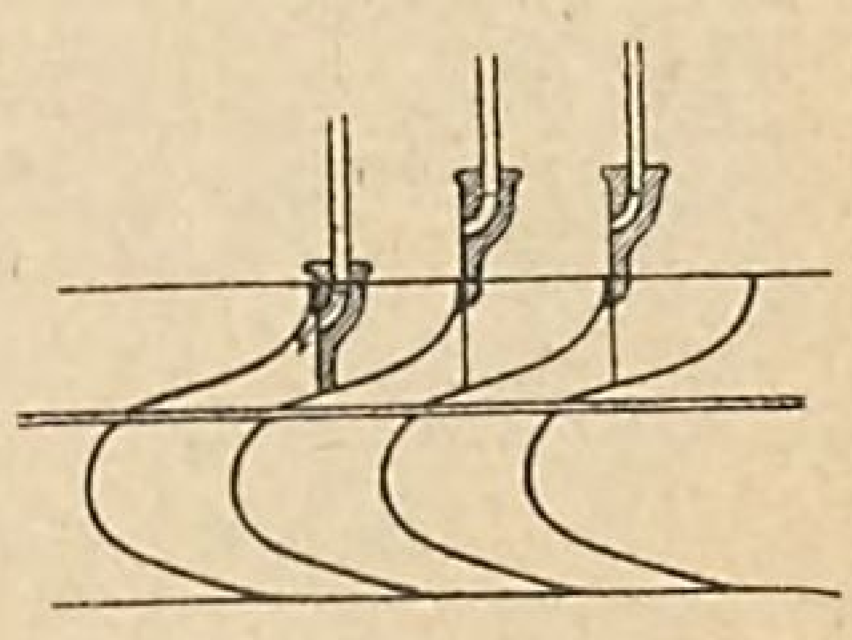


Regulirung durch Klappen.

Eine Regulirung durch Klappen erläutert die Skizze Fig. 5395. Die Klappen schliessen die einzelnen Leitradcanäle ab und können von der Turbinenstube aus durch Stange und Handhabe oder einer sonstigen geeigneten Vorrichtung geöffnet und geschlossen werden. Die Klappen bewegen sich dabei in Charnieren, deren Achsen seitlich am äusseren Begrenzungskreis der Leitradschaufeln angeordnet sind. Vielfach wird die Construction auch so ausgeführt, dass die Klappen um Achsen sich bewegen, welche rücksichtlich des Leitrades eine radiale Lage zu diesen besitzen. Hierbei erfahren die Klappen Drehungen um 90⁰ um in die extremen Stellungen zu gelangen. Bei der in Fig. 5395 dargestellten Turbine wird der Ringschützen durch Zahnstange und einfaches Vorgelege von einem Handrad aus, bewegt.

Die Anordnung der Abschützung einzelner Canäle durch Schieber kann in der durch Fig. 5396 dargestellten Weise erfolgen.

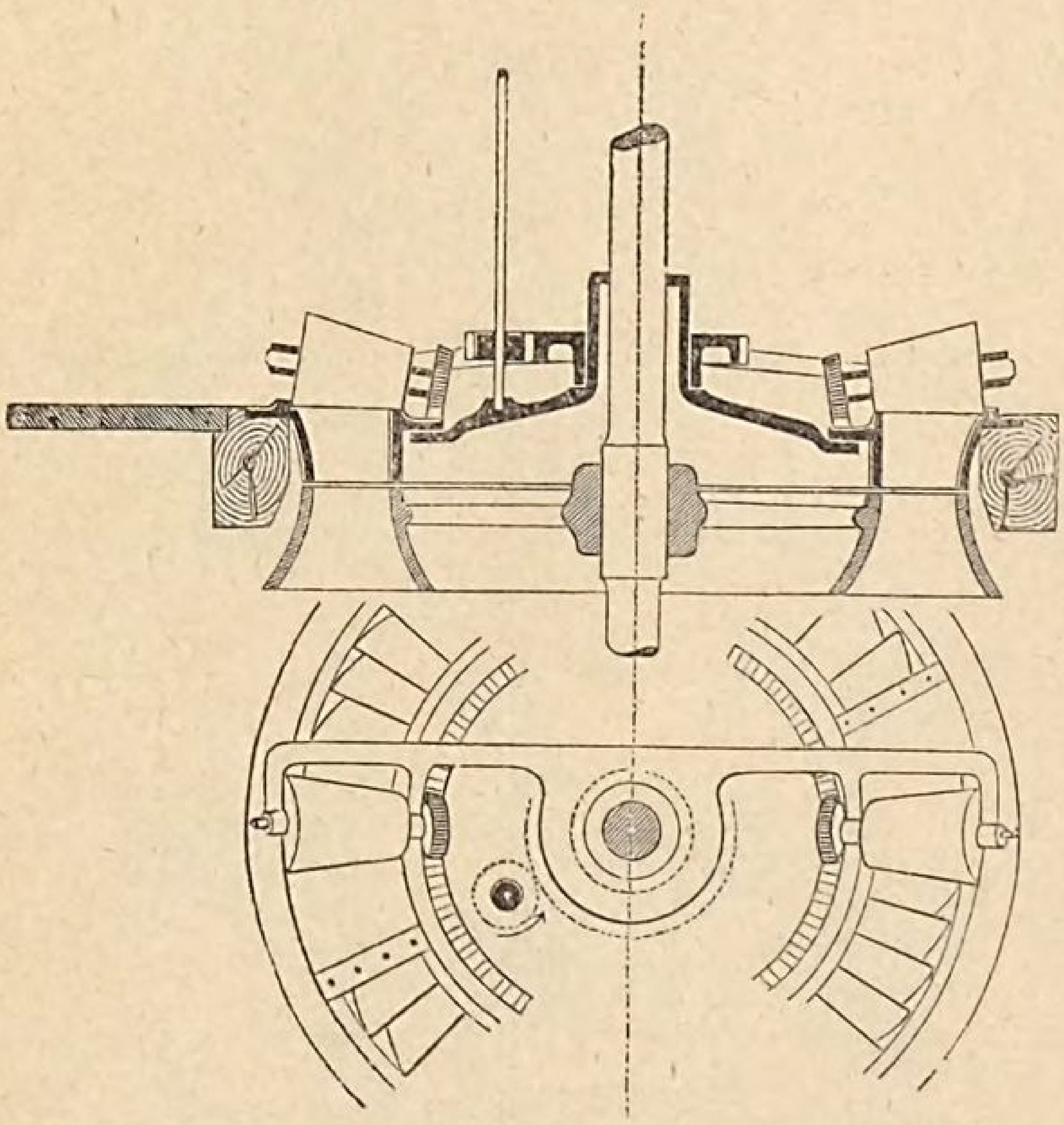
Fig. 5396.



Die Schieber sind aus Gusseisen von der gezeichneten Form hergestellt und hängen an hohlen Stangen (Gasröhren), welche, indem sie über das Oberwasser reichen, den geschlossenen Leitcanal zugleich ventiliren. Dies ist nothwendig (siehe pag. 364), sobald die Actionsturbine partiell beaufschlagt wird. Solche Schieber sind meist in jeder zweiten Zelle, selten in jeder Zelle des Leitrades angeordnet. Die Mechanismen zum Heben der Schieber (einer nach dem anderen) können verschiedenartig eingerichtet werden. Die auf pag. 366, Fig. 5391 dargestellte Girard-Turbine besitzt eine Regulirung durch so gestaltete Schieber. Die Bewegung derselben erfolgt, wie aus dieser Skizze auch ersichtlich ist, durch einen gusseisernen, auf Rollen laufenden Ring, welcher am inneren Umfang mit einer Verzahnung versehen ist. Ein durch ein Handrad bewegbares Vorgelege verursacht die Drehung des Ringes, welcher an seinem äusseren Umfang einen stark steigenden Schraubengang enthält. Dieser letztere vermittelt den Uebergang zweier Einkerbungen, welche um jene Hubhöhe auseinander liegen, die sich aus der Stellung der Schieber bei geöffnetem und geschlossenem Leitcanal ergibt. In die Kerben greifen die Stangen der Schieber mittelst Zapfen ein. Auf diese Weise kann durch Bewegen des Ringes um seine Achse ein Leitcanal nach dem anderen geschlossen oder — bei entgegengesetzter Drehrichtung — geöffnet werden.

Weitaus vollkommener in mechanischer Beziehung als durch Klappen oder Schieber erfolgt die Regulirung der Turbinen durch Rundschützen. Damit kann man eine Reihe von constructiven Einrichtungen bezeichnen, bei welchen eine entsprechend gestaltete Schütze über die Leitradcanäle, an deren Eintrittsseite so hinweggeführt wird, dass eine successive Abdeckung erfolgt.

Fig. 5397.

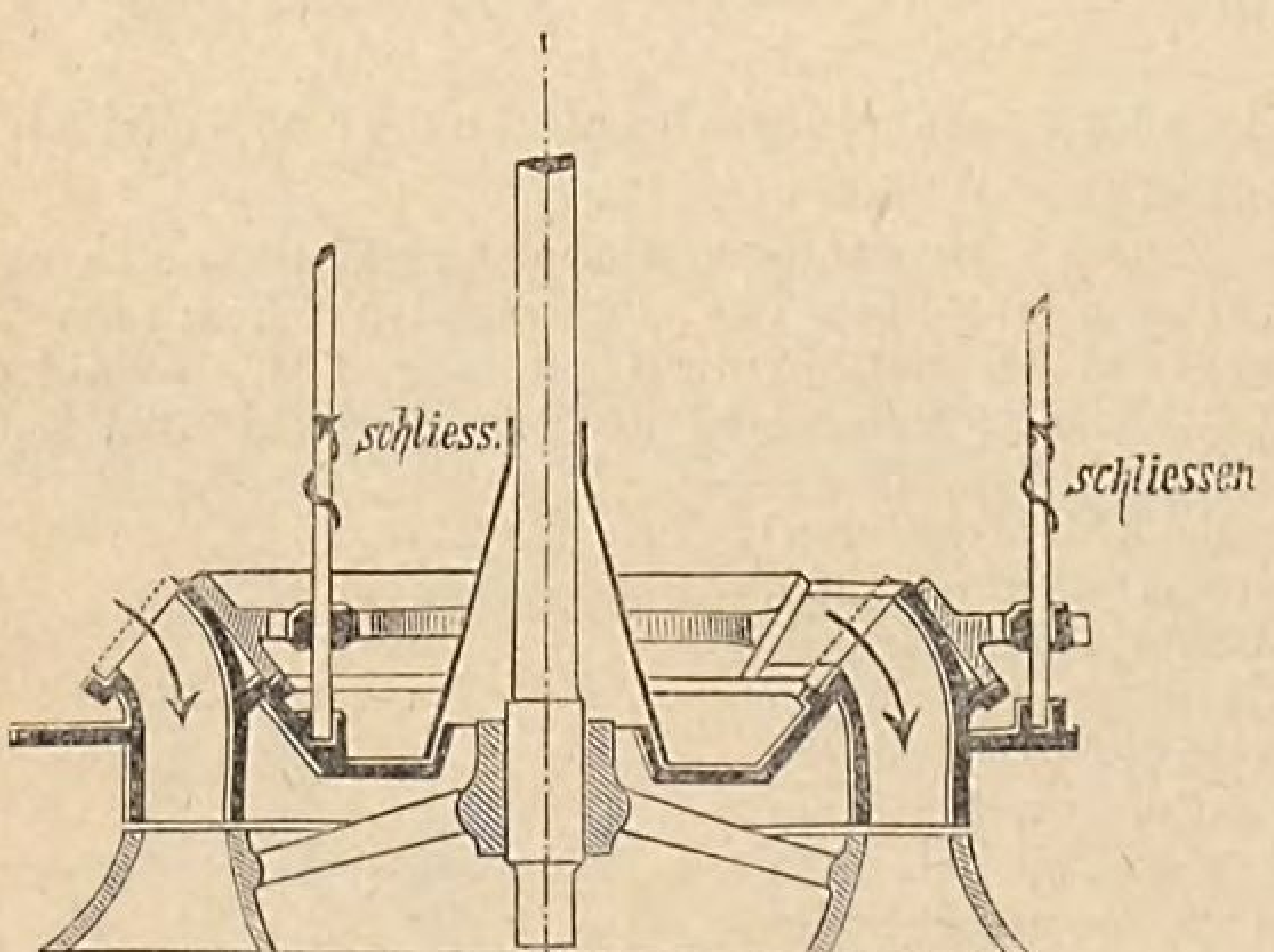


Rollschütze von Fontaine & Brault.

Eine solche Construction und zwar mit elastischer Schützendecke wurde zuerst durch die Rollschütze von Fontaine & Brault gegeben. Nach Fig. 5397 besteht die Construction in der Anordnung zweier Rollkegel, deren Achsen in einer gemeinschaftlichen — durch Zahnkranz und Getriebe um die Turbinenwelle drehbaren — Gabel liegen. Die beiden Rollkegel enthalten aufgewickelt eine, mit dünnen eisernen Bändern garnirte Lederdecke, und nachdem dieselben am Leitrade aufliegen, ist auch ersichtlich, dass durch Drehen der ganzen Vorrichtung die Lederdecke abgewickelt und dadurch eine bestimmte Anzahl von Leitcanälen bedeckt wird. Für kleine Gefälle hat sich diese Construction in der That sehr gut bewährt; bei Gefällen von mehr als 3m ist der Wasserdruck auf die Schützendecke zu bedeutend, sie wird durchgebogen.

Die Rundschützen mit starrer Schützendecke können ebenfalls sehr verschiedenartige Constructionen erhalten. Die Leiträder besitzen dabei besondere, aus der Gestalt der verwendeten Rundschützen sich ergebende Formen. Die Fig. 5398 zeigt eine Axialregulirungsturbine mit conischen Rundschiebern nach Lehmann. Die eine Hälfte des Leitrades hat den Wassereintritt an einer, nach aussen gelegten Kegelfläche, die andere Hälfte dagegen an der nach innen gegen die Welle gekehrte Kegelfläche. Für jede Hälfte ist ein conischer Rundschieber vorhanden, welcher mittelst Zahnkranz und Stirnkolben bewegt werden kann, wodurch eine Zelle nach der anderen geöffnet oder eventuell geschlossen wird. Ebene Rundschieber verursachen in Folge des grösseren Wasserdruckes grössere Reibungswiderstände als conische, da bei diesen nur die Projection ihrer Fläche auf die horizontale Ebene zu beachten kömmt. Die Rundschützen sind für Axial- und Radialturbinen gleich gut verwendbar und thatsächlich in den verschiedensten Formen mit sehr gutem Erfolge ausgeführt.

Fig. 5398.

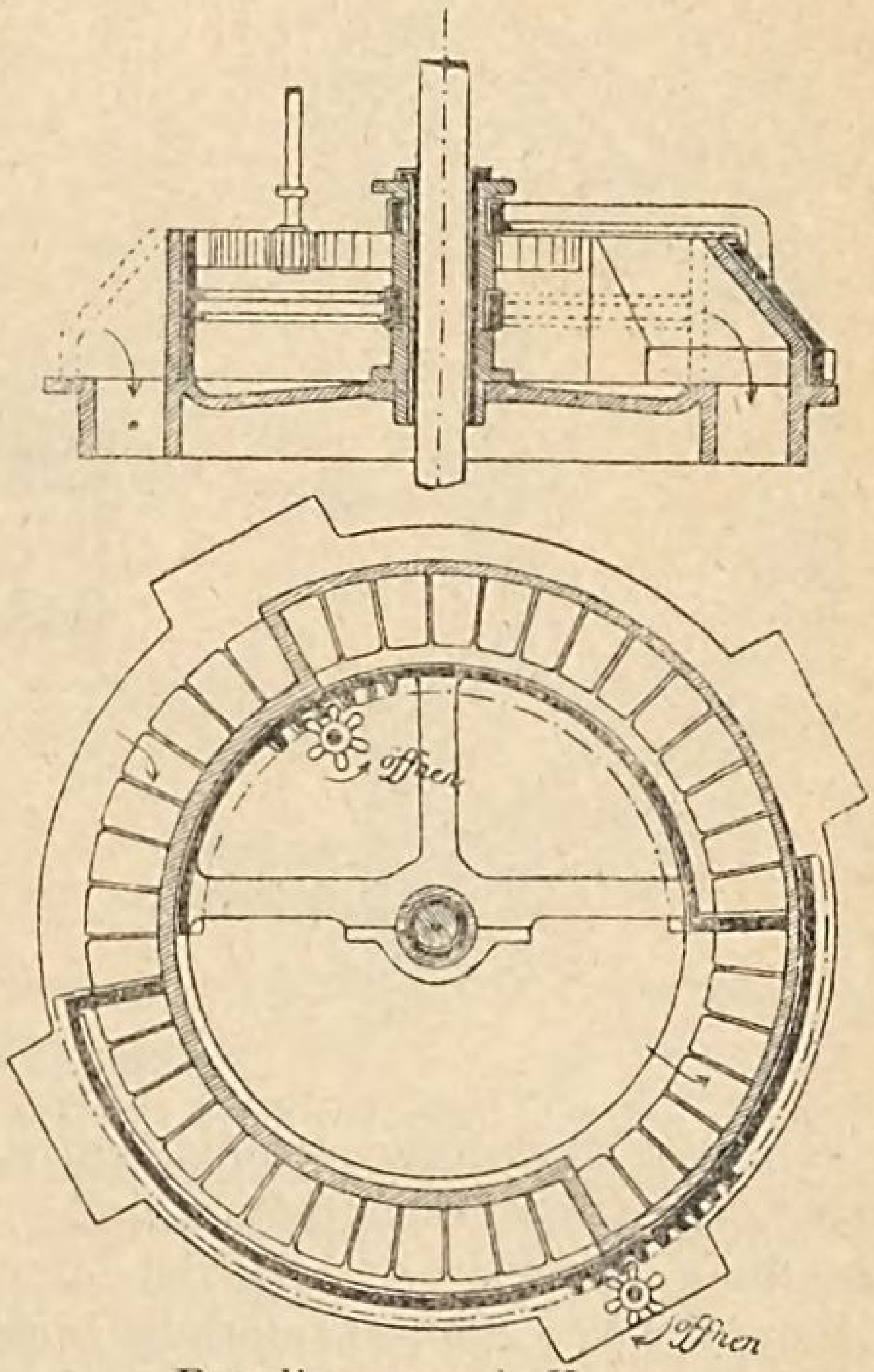


Lehmann's Rundschieber.

Hierher gehört auch die Regulirung der Turbine, System Knopp, welche in Fig. 5399 dargestellt ist. Das Leitrad, welches am ganzen Umfang den gleichen mittleren Radius für den Wassereintritt hat, besitzt auf der einen Hälfte eine dachförmige, nach innen offene Haube als Fortsetzung des äusseren Leitradkranzes, während die andere Hälfte des Leitrades den inneren Kranz nach oben hin bis zur gleichen Höhe der Haube fortsetzt. Diese beiden Stücke sind durch diametral stehende Wände verbunden.

Der Rundschützen hat nun auf der einen Seite die Gestalt der dachförmigen Haube, auf der anderen Hälfte aber die Form einer cylindrischen Wand. Auf diese Weise ergänzen sich Leitrad und Schütze derart, dass bei entsprechender Stellung der letzteren das Leitrad vollständig dem Wassereintritt verschlossen ist. Beide Rundschützen sind mit Zahnkränzen versehen, welche in kleine Getriebe greifend, von der Turbinenstube aus bewegt werden können. Durch Drehung der haubenförmigen Schütze nach links und der cylindrischen nach rechts wird nun eine Zelle nach der anderen geöffnet und hiedurch eine den vorhandenen Wassermengen entsprechende partielle Beaufschlagung erzielt. In Skizze Fig. 5399 ist das Laufrad der Turbine weggelassen. Dieses Regulirungssystem hat sich in vielfachen Ausführungen gut bewährt. Versuche, welche damit abgeführt wurden, sollen bei partieller Beaufschlagung bis zu $^1/_4$ des Umfanges noch 75 Proc. Wirkungsgrad ergeben haben. Bei den bis nun behandelten Regulirungssystemen wurde stets vorausgesetzt, dass die Regulirung selbst von Hand durch den Maschinenwärter besorgt wird. Es genügt dies auch für viele Zwecke und namentlich dann, wenn eine grössere Gleichförmigkeit im Gange des Motors nicht verlangt wird.

Fig. 5399.



Regulirung nach Knopp.

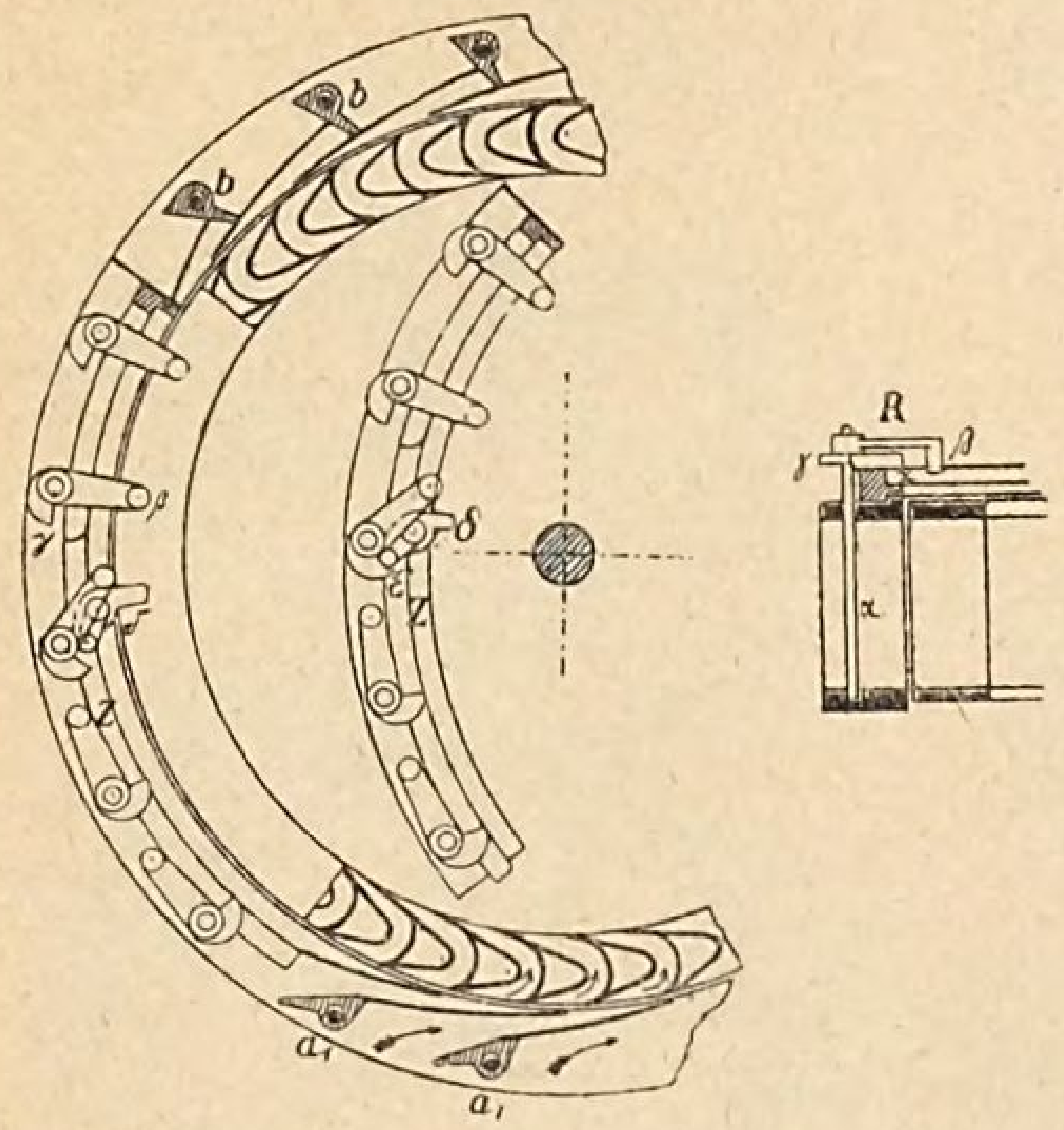
Bei manchen Industrien, z. B. Weberei, Spinnerei etc. ist es jedoch geboten, trotz der wechselnden Belastung des Motors eine grosse Gleichförmigkeit im Gange desselben zu besitzen. Der richtige Betrieb der einzelnen Arbeitsmaschinen, die Qualität des herzustellenden Fabrikates stellen diese Forderung. In einem solchen Falle wendet man eine mechanische Selbstregulirung an. Die Einrichtung ist hierbei meist so getroffen, dass entweder ein Centrifugalregulator oder ein Differentialräderwerk in Folge der eingetretenen Geschwindigkeitsänderung zur Bewegung eines Maschinentheiles veranlasst wird, welcher auf den Regulirapparat der Turbine einwirkt. Diese Uebertragung kann je nach Wahl der Mechanismen entweder direct oder indirect geschehen, die directe Uebertragung ist unzweckmässig, weil sie im Allgemeinen eine zu grosse Arbeitsleistung von Seite des Regulators verlangt. Bei indirecter Uebertragung wirkt der Regulator oder das Differentialgetriebe nur auf eine in Bewegung befindliche und vom Motor angetriebene Transmission, welche sodann erst zur Bewegung der Regulirungsvorrichtung in dem einen oder anderen Sinne bestimmt wird. Diese Einrichtungen gehören in das Capitel der Regulatoren (s. VII pag. 342) und können an dieser Stelle nicht weiter berührt werden; nur einer interessanten und geistreichen Construction, welche Lehmann mit seiner hydraulischen Regulirvorrichtung gegeben hat, möge hier in kurzen Worten gedacht werden.

Die Vorrichtung besteht aus einem Treibcylinder, dessen Kolben durch eine gezahnte Stange und Rädervorgelege die Bewegung des Rundschützens veranlasst. Der Kolben steht unter dem Drucke des Oberwassers, welches vor oder hinter demselben in den Treibcylinder eintritt, wenn durch den Centrifugalregulator in Folge eingetretener Geschwindigkeitsänderung der Steuerungsapparat des Treibcylinders in Function gesetzt wird. Diese Steuerung besteht aus einem vollständig entlasteten kleinen Doppelkolben, durch dessen Verschiebung das Druckwasser in den Treibcylinder gelangt und die Bewegung des Kolbens nach rechts oder links und hiedurch die Verstellung des Rundschützens verursacht. Lehmann hat diese hydraulische Regulirung mehrfach mit dem besten Erfolge zur Ausführung gebracht.

Zu den namentlich in Oesterreich zahlreich verbreiteten Regulirungsturbinen gehört die Turbine von Lejeune, welche eine auf dem Actionsprincipe basirende Radialturbine mit äusserer Beaufschlagung ist. Das aussen liegende Leitrad zeigt Leitschaufeln von zweifach gebogener Form, um bei kleinen Eintrittswinkeln eine grössere normale Weite zu erhalten (s. Fig. 5400). Das Laufrad hat Sackschaufeln und zwar sind hier die Sackschaufeln mit den parallelen Radkränzen aus einem Stücke gegossen, während die eigentlichen Laufradschaufeln aus Stahlblech angefertigt und an die Säcke mittelst durchgetriebener Bolzen befestigt werden. Hiedurch ist das Auswechseln gebrochener Schaufeln leicht er-

möglicht. In Folge der Rückschaufeln sind die Zellenräume ganz vom Wasser ausgefüllt, wodurch die Turbine auch befähigt wird im Unterwasser zu arbeiten. Die Regulirvorrichtung besteht aus einer Reihe von Verschlussklappen, welche im geöffneten Zustande die Fortsetzung der Leitschaufeln bilden (siehe a_1 a_1 Fig. 5400), durch Drehung um eine verticale Achse α aber die Einlaufszelle (b b) abschliessen. Die Achse α geht durch den oberen Leitradkranz (siehe R) hindurch und trägt einen Hebel von geeigneter Form mit zwei Nasen β und γ. Die eine derselben (β) dient zum Oeffnen, die andere (γ) zum Schliessen der Zellen. Auf dem Leitapparate liegt ein drehbarer Zahnkranz z, welcher mit einem radial nach einwärts stehenden Fortsatz δ versehen ist. Wird der Zahnkranz durch ein Getriebe bewegt, so drückt dieser Fortsatz δ auf Nase β und die Verschlussklappe wird geöffnet. Bei entgegengesetzter Bewegung des Zahnkranzes erfolgt durch die zweite Nase γ und durch ε das Schliessen der Zelle. Die Regulirung erfolgt entweder von Hand oder durch einen Regulator nach Lejeune's Construction in automatischer Weise. Zu bemerken ist noch, dass diese Turbinen das Leitrad öfters in einem gusseisernen Gehäuse eingelagert zeigen, welches schneckenförmig construirt ist und von welchem das Zuleitungsrohr aufgenommen wird. Die Erfahrung hat sich über dieses Turbinensystem günstig ausgesprochen.

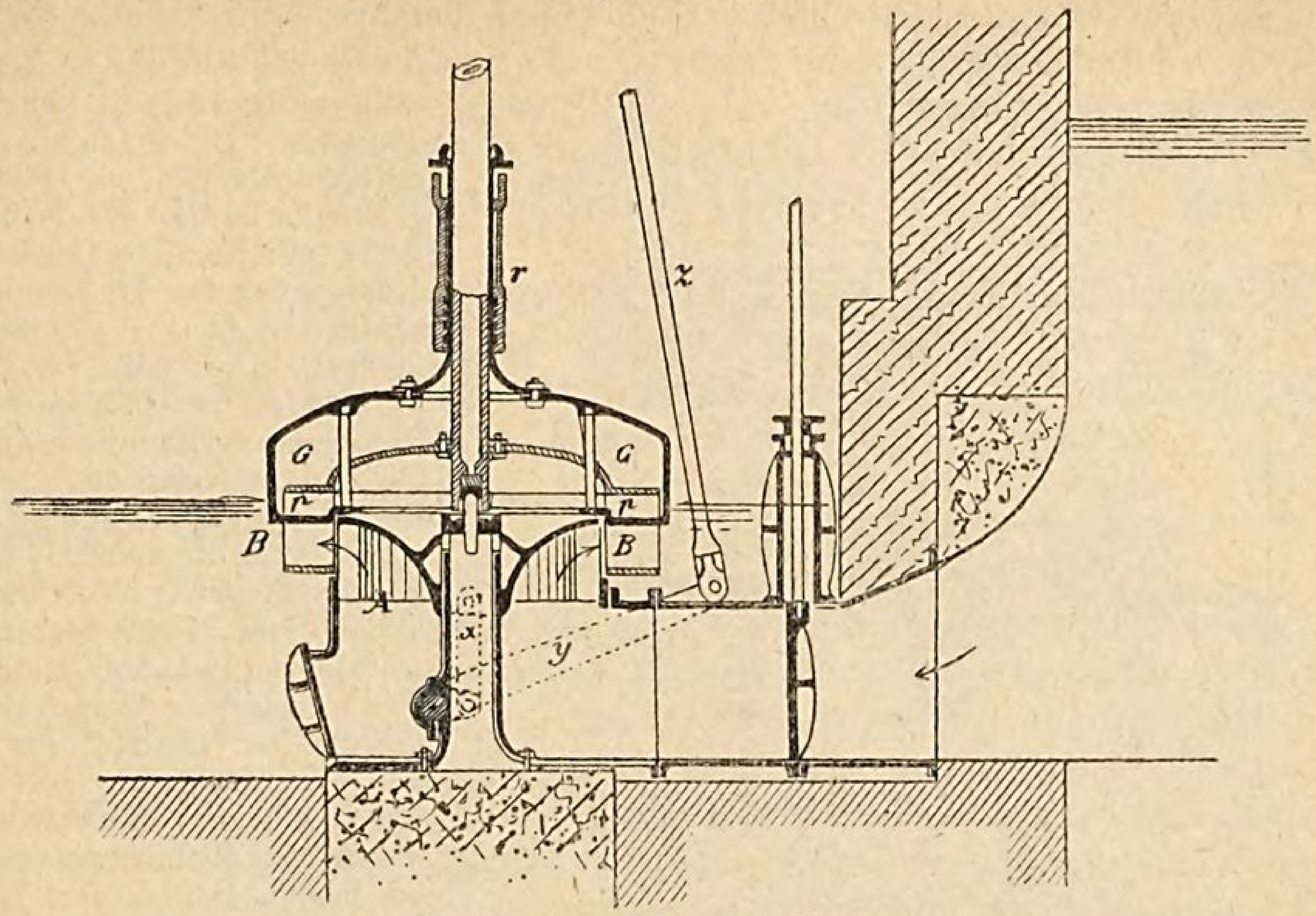
Fig. 5400.



Regulirung der Reactionsturbinen. In Folge der Wirkungsweise des Wassers bei den hieher gehörigen Turbinen kann eine correcte Regulirung für variable Aufschlagsmengen nur erreicht werden, wenn sowohl die Leitrad- als auch die Laufraddurchflussquerschnitte den verwendeten oder momentan vorhandenen Wassermengen angepasst werden. Eine solche correcte Regulirung verursacht bedeutende constructive Schwierigkeiten. Ein partielles Beaufschlagen bei Ueberdruckturbinen ist aus den früher entwickelten Gründen principiell nicht anwendbar. Eine solche trefflich gelöste Construction zeigt die Turbine von Nagel und Kämp. Die Räder dieses Systems besitzen inneren Einlauf und zwar von unten, so dass das Wasser durch ein Druckrohr in die hohle Grundplatte eintritt und in dieser zum Leitrad emporsteigt. Aus der nachstehenden Skizze (Fig. 5401) einer solchen Turbine ist dies zu ersehen. Das Laufrad liegt concentrisch zum Leitrade nach aussen. In der Mitte der Grundplatte erhebt sich eine Stützsäule, welche einerseits in der Mittelebene des Laufrades den Spurzapfen der Turbinenwelle aufnimmt, andererseits aber zur Führung der hohlen Nabe des vertical verschiebbaren Leitrades A dient.

Das Leitrad ist nach unten offen und nach oben geschlossen, durch einen allmälig gegen die Nabe sich sanft krümmenden Boden, in welchem die Leitschaufeln eingegossen sind. Durch einen einfachen Hebelapparat (x, y, z), zu welchem die am Fusse der Stützsäule eingelagerte Welle zugehörig ist, lässt sich vom Arbeitsraume aus ein Heben oder Senken des Leitapparates erzielen. Das Laufrad B ist durch einen sanft gekrümmten, vom oberen Kranz abgehenden Teller mit seiner Nabe verbunden, die auf der Welle festgekeilt ist. Zwischen den beiden parallelen Kränzen sitzen die Blechschaufeln des Laufrades. Um nun die Höhe des letzteren reguliren zu können, ist zwischen je zwei Schaufeln eine

Fig. 5401.



Turbine von Nagel & Kämp.

zum Radkranz parallele Platte p angebracht, welche sich zwischen den Schaufeln vertical verschieben lässt. Sämmtliche Platten dieser Art sind an der inneren Seite durch einen Winkelring verbunden, während dieselben am äusseren Umfang mit der Seitenwand einer Glocke G in Verbindung stehen. Die Glocke trägt ein zur Welle concentrisches Rohr r. Da nun der, die Platten innen verbindende Ring durch runde, das Radteller durchbrechende Bolzen ebenfalls mit der Glocke verbunden ist und die letztere sich ebenfalls durch dasselbe Hebelwerk wie das Leitrad vertical verstellen lässt, so ist klar, dass hiedurch für jede Wassermenge eine passende Höhe des Leit- und Laufrades geschaffen werden kann.

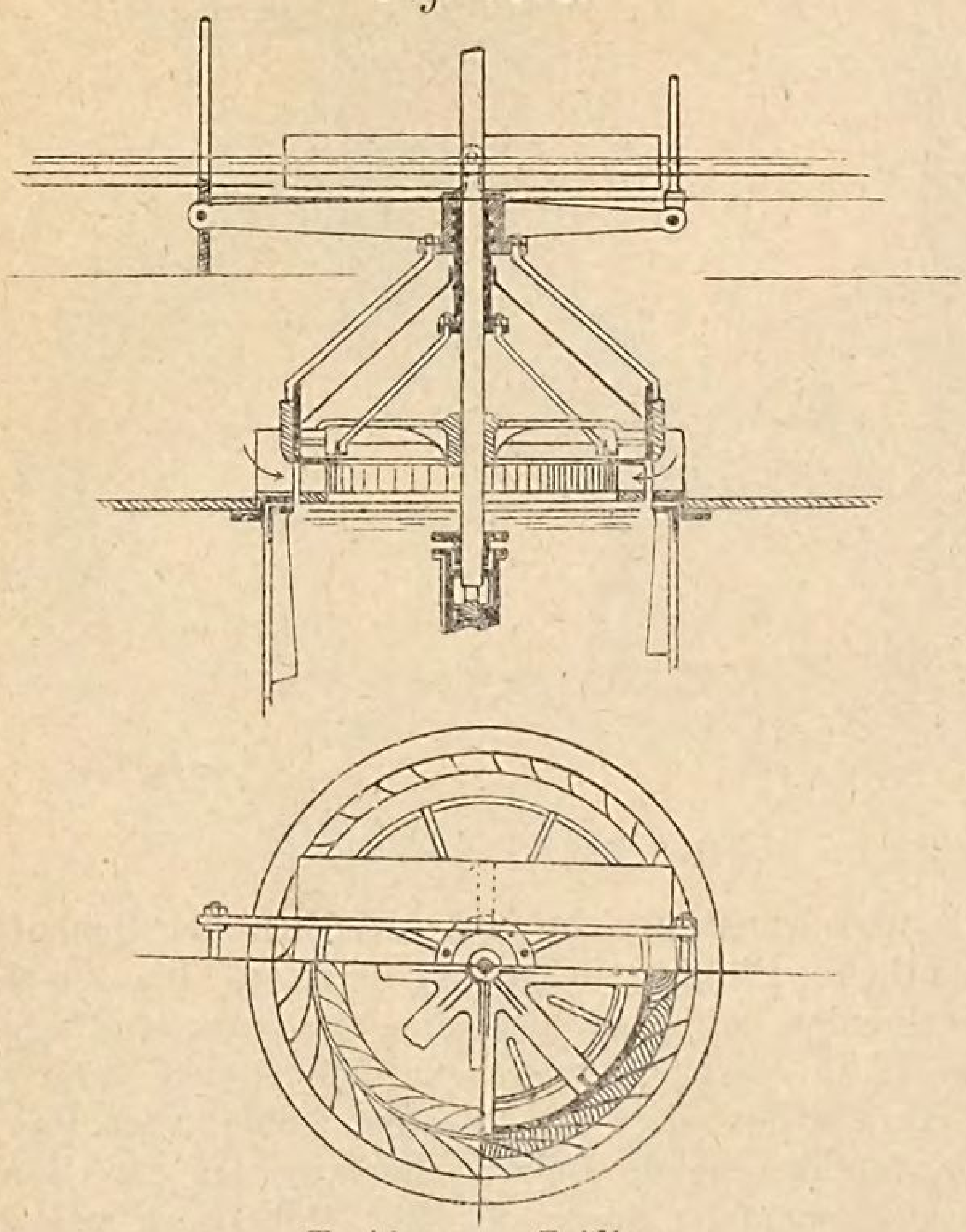
Dabei findet die Beaufschlagung stets am ganzen Umfang statt, die Winkel der Schaufelung resp. die einzelnen Geschwindigkeiten bleiben im richtigen Verhältnisse untereinander und demnach muss auch der Wirkungsgrad nahezu constant bleiben. Die Nagel-Kämp-Turbine leidet nur an dem Uebelstande einer zu grossen Complication in constructiver Hinsicht. Der ganze Mechanismus kann durch Unreinigkeiten, welche das Wasser mit sich führt, leicht in Unordnung gerathen und hiedurch Betriebsstörungen herbeiführen.

Eine ähnliche Construction zeigen die Regulirturbinen vom Civilingenieur F. Fischer in Wien, bei welchen nach Art der Francis-Turbine die Beaufschlagung am äusseren Umfang stattfindet und die Regulirung ebenfalls durch Veränderung der Zellenhöhen von Leit- und Laufrad erfolgt. Fischer hat viele Räder seiner Construction in den österreichischen Ländern aufgestellt.

Hieher gehört weiters die Regulirungsturbine System Zeidler, dargestellt durch die Skizze Fig. 5402, welche die Veränderung der Leit- und Laufradhöhe selbstthätig durch einen Schwimmer besorgen lässt und auf diese Weise jeder Gefällsänderung oder Variation des Wasserquantums Rechnung trägt. Das Leitrad liegt am äusseren Umfang, die Schaufeln sind in den Bodenkranz eingegossen und die Schaufelräume nach oben hin offen. Innerhalb des Leitrades liegt das Laufrad, zwischen beiden befindet sich ein etwas breiterer Spalt, in welchem sich eine Ringschütze aus Blech niedersenken lässt. Diese Ringschütze ist nach aussen hin mit stark gerundeten Holzklötzen garnirt, welche sich zwischen den Leitschaufeln einfügen. Am inneren Umfang des Laufrades ist ein starker Winkelring vorhanden, der die Laufradschaltung aufnimmt. Diese besteht wieder aus einzelnen Blechplatten, parallel zu den Radkränzen, welche zwischen die Schaufeln des Laufrades eingepasst sind. Des besseren Schlusses wegen, werden

sie mit Leder garnirt. Man erkennt, dass durch Heben oder Senken der Ringschütze und der Laufradschaltung die Zellenhöhe entsprechend verändert wird.

Fig. 5402.



Turbine von Zeidler.

Bezüglich der weiteren Einrichtung ist zu bemerken, dass ein conischer Blechmantel, welcher mittelst Stangen am Gebälke aufgehangen ist und der die Turbinenwelle mit einer einfachen Lederdichtung hindurchgehen lässt, den axialen Zufluss des Oberwassers hindert. Die massive Turbinenwelle wird umschlossen von einem Rohre, an dessen unterer Flantsche die Laufradschaltung mit einer Reihe von Radialstangen hängt, während am oberen Ende der Röhre kammzapfenartige Vorsprünge vorhanden sind. Diese lagern in einer Anzahl von Pockholz-Ringen, welche in einer weiteren Hülse eingelegt sind. Die Hülse ist mittelst ähnlicher Radialstangen mit dem Ringschützen verankert, während sie gleichzeitig mit zwei viereckigen, zu beiden Seiten der Welle liegenden Schwimmern durch Zapfen entsprechend verbunden ist. Jede Veränderung des Wasserspiegels bringt auf diese Weise durch den Schwimmer auch eine entsprechende Veränderung der Laufradhöhe mit sich. Der Schwimmer ist in Bezug auf den Ringschützen und die Schaltvorrichtung sorgfältig ausbalancirt, so dass die nöthige Empfindlichkeit vorhanden ist. Für den Fall, dass die Turbine einen äusserst gleichförmigen Gang besitzen soll, kann man die Regulirungstheile auch durch Vermittlung eines an der Hülse angreifenden Hebels von einem Centrifugalregulator verstellen lassen. Aus dem Gesagten folgt auch, dass der Wasserspiegel nur um die Höhe der Radcanäle sinken darf. Versuche, welche mit Zeidlers Turbine abgeführt wurden, haben mit $^1/_3$-Oeffnung derselben noch einen Wirkungsgrad von 68 Proc. ergeben.

Endlich ist hier noch das Regulirungssystem nach Prof. Fink anzuführen. Auch diese Anordnung setzt Radialturbinen mit äusserer Beaufschlagung voraus. Sämmtliche Leitschaufeln stecken auf Achsen, deren Zapfen in den parallelen Kränzen des Leitrades eingelagert sind. Durch eine einfache Vorrichtung können sonach sämmtliche Leitradschaufeln gleichzeitig um einen kleinen Winkel gedreht werden, wodurch eine Aenderung der Leitradaustrittsquerschnitte entsprechend der veränderten Wassermenge herbeigeführt wird. Für die normale Aufschlagsmenge wird eine mittlere Stellung der Leitschaufeln angenommen, wobei natürlich die Turbine den höchsten Wirkungsgrad leistet. Da hierbei aber nur der Leitradaustrittsquerschnitt und nicht auch die Querschnitte des Laufrades geändert werden, so ist dies keine vollständig correcte Regulirung. Trotzdem haben nach Versuchen von Prof. Fink Turbinen dieser Art mit $^1/_3$ der normalen Beaufschlagung noch immer Wirkungsgrade von 72 Proc. ergeben.

In späterer Zeit hat Prof. Fink seine Regulirungsturbine einer wesentlichen Verbesserung dadurch zugeführt, dass er nicht nur die Leit-, sondern auch die Laufradschaufeln um Achsen drehbar einrichtete. Die Mängel der obigen Einrichtung sind dadurch behoben und ohne Zweifel eine richtigere Regulirung, welche auch constructiv keine besonderen Complicationen aufweist, hiemit gewonnen.

Erwähnt zu werden verdienen an dieser Stelle noch die sogenannten amerikanischen Turbinen, welche ebenfalls Radialregulirungsturbinen mit äusserer Beaufschlagung sind. Die Regulirung wird durch drehbare Leitschaufeln, Schieber

zum Abschützen einzelner Leitcanäle, drehbare, zwischen Leit- und Laufrad eingeschaltete Ringe etc. erreicht. Die bekanntesten Constructionen sind jene von Risdon, Harris & Babrer, Noyes & Sons, Bollinger etc. Im Allgemeinen stehen die amerikanischen Turbinen in Bezug auf die richtigen theoretischen Verhältnisse weit hinter den deutschen Turbinen zurück, nichts destoweniger weiss die rührige Reclame staunenswerthes von denselben gläubigen Gemüthern zu erzählen.

Eigentliche Partialturbinen. Ist die disponible Wassermenge klein und das benützbare Gefälle gross, so erhält das Laufrad für den Fall der Construction einer Vollturbine so geringe Dimensionen und eine so hohe Umgangszahl, dass eine grössere Betriebsdauer eines solchen Motors, abgesehen von anderen Uebelständen sich nicht erwarten lässt. An Stelle der Vollturbinen tritt dann die eigentliche Partialturbine, bei welcher das Laufrad zur Aufnahme einer vielfach grösseren als der vorhandenen Wassermenge dimensionirt wird, der Einlauf dagegen nur an einem der Wassermenge entsprechenden Theil des Laufradumfanges vorgenommen wird. Der Leitapparat beschränkt sich demgemäss auch nur auf einen Theil des Radumfanges. Die Partialturbinen werden zur Ausnützung hoher Gefälle, mit welchem meist sehr kleine und dabei veränderliche Wassermengen verbunden sind, hauptsächlich in Gebirgsländern gerne und vortheilhaft angewendet. Das Verhältniss zwischen Wassermenge und Gefälle beträgt bei zahlreichen Ausführungen 0·05 bis 0·001, wenn die Wassermenge in Cubikmetern und das Gefälle in Metern ausgedrückt wird. Es ist klar, dass die Partialturbinen nach dem Actionsprincipe zu construiren sind. Um die Rückschaufelung zu ersparen, lässt man sie immer in freier Luft laufen, gibt also ein gewisses Freihängen, wodurch allerdings ein Gefällsverlust entsteht. Dieser fällt aber hier um so weniger ins Gewicht, als ohnehin sehr hohe Gefälle zur Verwendung gelangen.

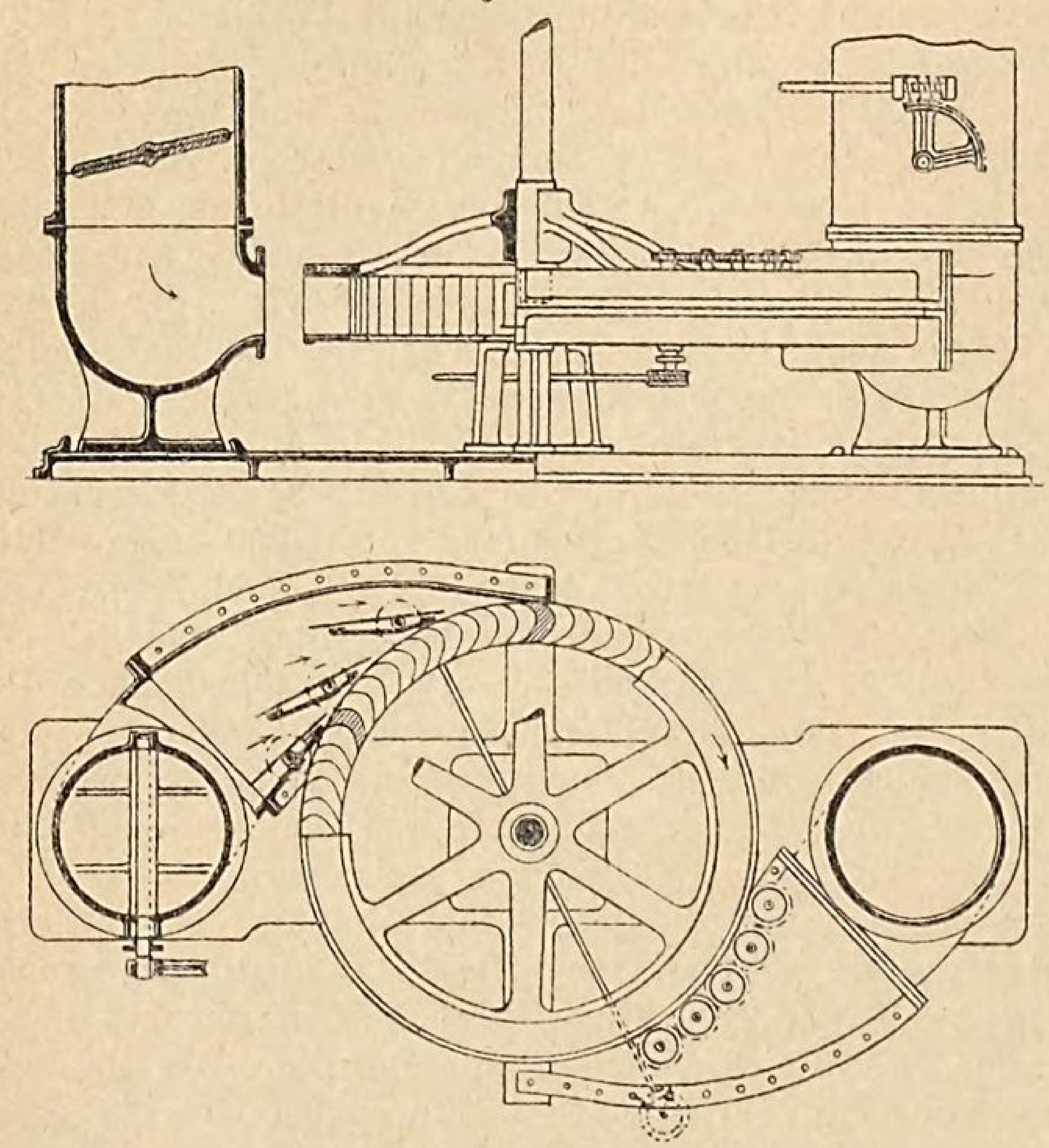
Die Partialturbinen können sowohl radial mit innerer oder äusserer Beaufschlagung, als auch axial ausgeführt werden. Die Welle derselben wird horizontal oder vertical gelagert. Für die Regulirung der variablen Wassermenge dienen meistens Schieber von verschiedenen Constructionen. Die Zuleitung des Betriebswassers erfolgt stets in geschlossenen Rohrleitungen und nachdem hier die ganze oft sehr beträchtliche Gefällshöhe in Geschwindigkeit umgesetzt wird, so muss alles vermieden werden, wodurch das Wasser Geschwindigkeitsverluste erleiden könnte. Die Rohrleitung soll also von constantem Querschnitte und derart angelegt sein, dass nirgends plötzliche, sondern nur allmälige Richtungsänderungen in derselben auftreten. Ebenso müssen die Einlaufsapparate mit möglichst glatten Flächen an den entsprechenden Berührungsstellen mit dem Betriebswasser hergestellt werden, um unnöthige Reibungsverluste hintanzuhalten. Die Schaufelung muss das theoretische Verhältniss [$\beta = 2\,\alpha$], welches für Actionsturbinen giltig ist, aufweisen. Im nachfolgenden werden wir nun die gebräuchlichsten und verbreitesten Systeme der Partialturbinen einer näheren Besprechung unterziehen.

Das Tangentialrad von Zuppinger, durch Skizze 5403 dargestellt, ist eine radiale, von aussen beaufschlagte Partialturbine. Das in horizontaler Ebene kreisende Laufrad besitzt eine grössere Anzahl von Schaufeln und ist durch Arme und Nabe mit der Welle verbunden. Das Betriebswasser gelangt aus dem hochgelegenen Oberwassergerinne durch eine Rohrleitung in zwei diametral am Radumfang gegenüberstehende Einlaufsapparate, welche sich möglichst tangentiell mit den in ihrem Innern enthaltenen Leitflächen an den Umfang des Rades anschliessen. Die Winkel, welche die Leitflächen mit der Tangente an den Radumfang einschliessen, sollen klein sein und betragen 10 bis 15°. Zwischen den Leitflächen strömt das Wasser dem Rade zu. Die Regulirung dieser Tangentialräder geschieht durch ebene Schieber, welche längs der Leitflächen bewegt werden können, und indem sie gegen das Rad vorgeschoben werden, den Durchflussquerschnitt verringern.

Die Bewegung dieser Schieber erfolgt gemeinschaftlich durch ein entsprechendes Rädervorgelege. Man kann übrigens den Schiebern auch zungenförmige Gestalt

geben und durch Zahnstange und Getriebe bewegen. Die Tangentialräder können, wenn sorgfältig ausgeführt, Nutzeffecte von 65 bis 72 Proc. der absoluten Wasserkraft geben. Die Theorie zeigt, dass der Wirkungsgrad dem Quadrate des Geschwindigkeitscoëfficienten proportional ist, mit welchem die theoretische der totalen Gefällshöhe entsprechende Geschwindigkeit multiplicirt werden muss, um die factische zwischen Leitapparat und Laufrad auftretende Geschwindigkeit zu erhalten. Daraus folgt, dass man alle constructiven Massregeln zu ergreifen hat, um den genannten Coëfficienten einen der Einheit möglichst nahen Werth zu sichern. Deshalb erhalten die Regulirungsschieber möglichst glatte (auch geschabte) Flächen, alle plötzlichen Richtungs- und Querschnittsänderungen im Einlaufapparate und der Rohrleitung werden vermieden etc.

Fig. 5403.



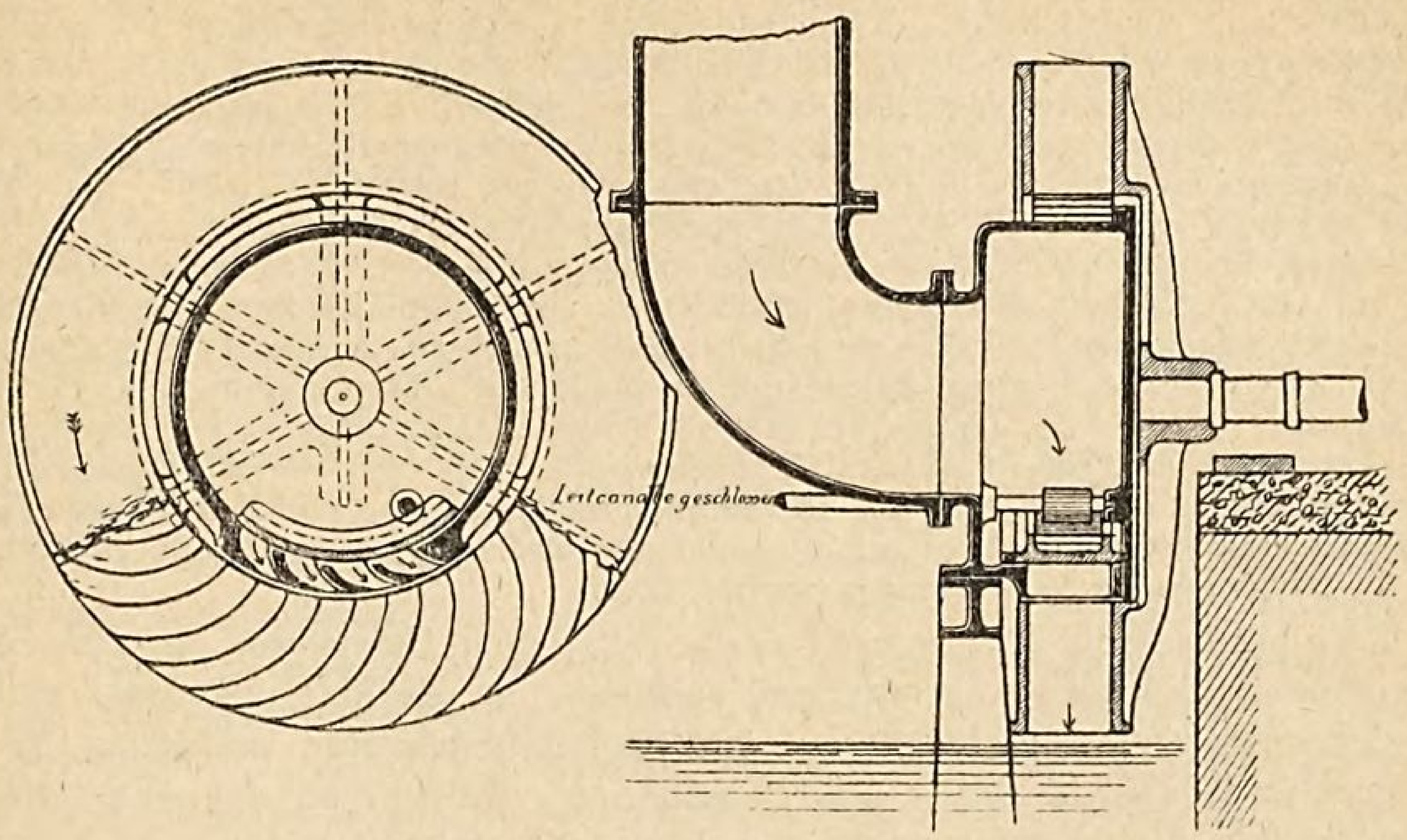
Zuppingers Tangentialrad.

Die Zuppinger'schen Tangentialräder haben eine grosse Zahl von Ausführnngen bis zu Gefällen von 175 Metern und mit Effectivleistungen von 200 Pferdekräften, namentlich in der schweizerischen Industrie erfahren. Der einzige empfindliche Nachtheil dieser Construction liegt in der raschen Abnützung der Radschaufeln, namentlich an ihrem äusseren Umfange. Ebenso leiden die Einläufe ziemlich stark, so dass durch den vergrösserten Spalt grössere Wasserverluste auftreten, welche um so mehr in's Gewicht fallen, als das Wasser theilweise in Folge der grossen Ausflussgeschwindigkeiten zerstäubt und verspritzt wird. Die Anwendung zweier diametral gegenüberstehender Einläufe empfiehlt sich zur Vermeidung von einseitigen Achsdrücken. Doch pflegt man auch Tangentialräder mit nur einem Einlauf herzustellen. Zur Ausserbetriebsetzung erhalten die Tangentialräder im Zuflussrohre an passender Stelle meistens eine von aussen durch einen Mechanismus verstellbare Drosselklappe.

Eine eigenthümliche Gattung von Tangentialrädern steht beim Bergbau für Förderungszwecke im Gebrauche; es sind dies die Kehrturbinen. Sie besitzen die gleiche Aufstellung wie die Tangentialräder, jedoch ist die achsiale Höhe des Laufrades durch einen mittleren Radkranz in zwei gleiche Theile getheilt. Jede Hälfte enthält eine vollständige Schaufelung, welche sich nur dadurch unterscheiden, dass sie zu einander entgegengesetzt gerichtet sind. Natürlich müssen jetzt auch zwei Einlaufsapparate, für jede Hälfte einer, vorhanden sein. Diese Einlaufsapparate werden abwechselnd in Function gesetzt. Strömt das Wasser durch den oberen Einlauf aus, so rotirt das Rad im rechtsgängigen Sinne, dagegen umgekehrt, wenn der untere Leitapparat Wasser austreten lässt. Die abwechselnde Drehrichtung ist nothwendig zur Bewegung der Fördertrommeln. Zur In- und Aussergangsetzung der einzelnen Einläufe können wieder Schieber oder auch nur Hähne in Verwendung kommen. Die Turbine von Schwammkrug zählt ebenfalls zu den Radialpartialturbinen, besitzt aber eine horizontale Achse, so dass das Laufrad in verticaler Ebene rotirt. Die Beaufschlagung geschieht am inneren Umfange des Laufrades, der Wasseraustritt sonach an der äusseren Peripherie. Die Schwammkrug-Turbinen haben namentlich im Bergbau zu verschiedenen Zwecken vielfache

Anwendung gefunden. Aus der in Fig. 5404 dargestellten Skizze ist die Anordnung einer Schwammkrug-Turbine vollständig ersichtlich.

Fig. 5404.

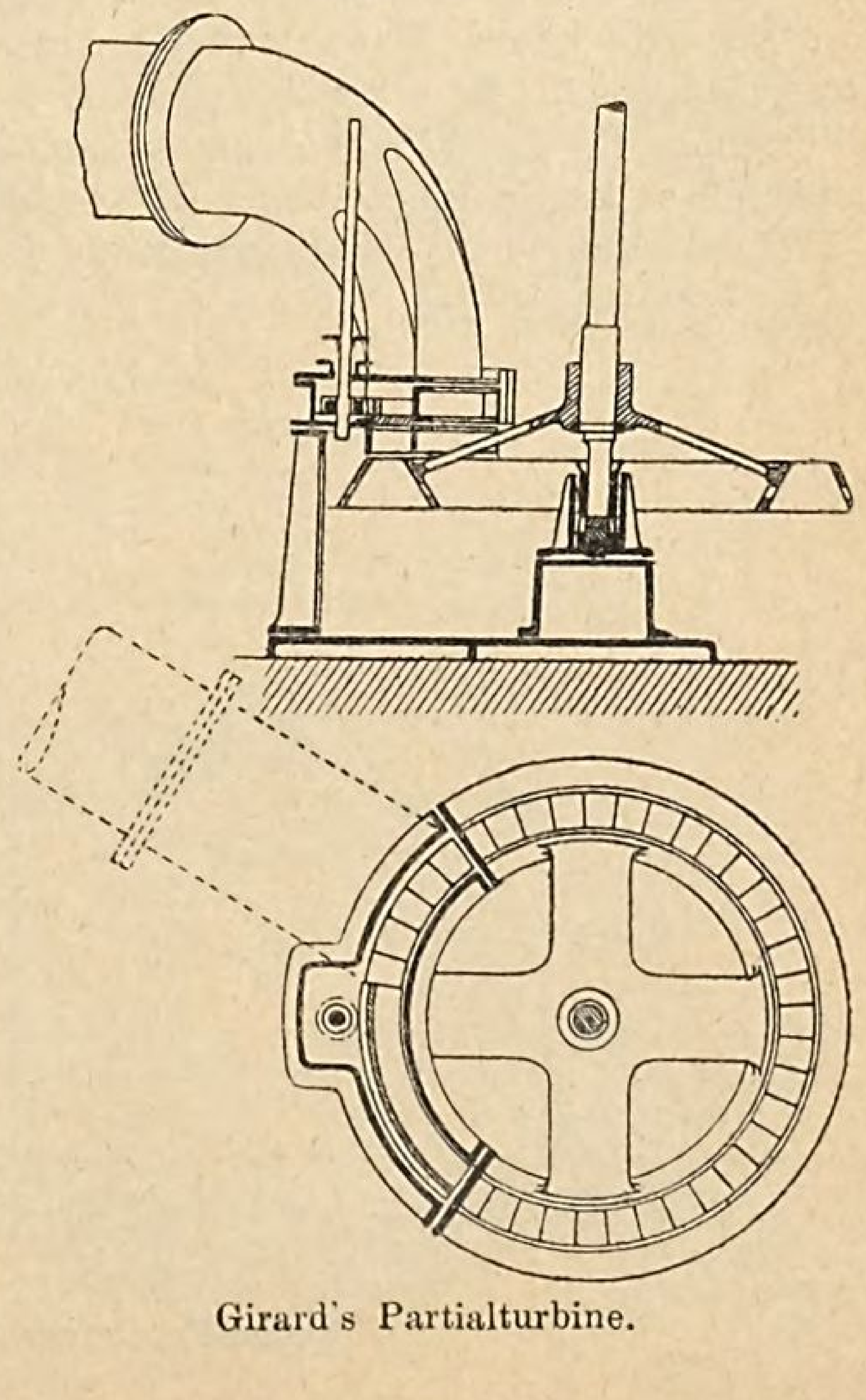


Partialturbine von Schwammkrug.

Das Laufrad ist freitragend auf der horizontalen Welle aufgekeilt, und besitzt zwischen den parallelen Radkränzen ziemlich eng gestellte, aus Eisen oder Stahlblech gefertigte Schaufeln. Das Wasserzuführungsrohr endet mit dem im Radinnern liegenden Einlaufsapparat, welcher meist 5—8 Leitschaufeln an seinem unteren Umfange enthält. Die Regulirung erfolgt in der obigen Skizze durch einen kreisförmig gekrümmten Schieber, welcher mittelst Zahnstange und Getriebe von aussen bethätigt werden kann.

Eine einfachere, aber auch weniger rationelle Anordnung der Regulirungsvorrichtung besteht in einer, um eine horizontale Achse bewegliche Klappe, welche sowohl zur Veränderung des Austrittsquerschnittes, als auch zum gänzlichen Abstellen dienen kann. Die Schwammkrug-Turbinen gewähren insoferne Vortheile gegenüber den aussen beaufschlagten Tangentialrädern, als das Verspritzen des Wassers weniger nachtheilig wirken kann. Der Eintrittswinkel am Laufrade kann grösser genommen werden und in Folge dessen erhalten die Radschaufeln geringere Krümmung. Man ersieht, dass hier die Construction des Einlaufes constructiv weniger vollkommen ist als beim Zuppingerrade. Die Schwammkrugturbinen zeigen nach vielfachen Versuchen einen Wirkungsgrad von 58 bis 60 Procent.

Fig. 5405.



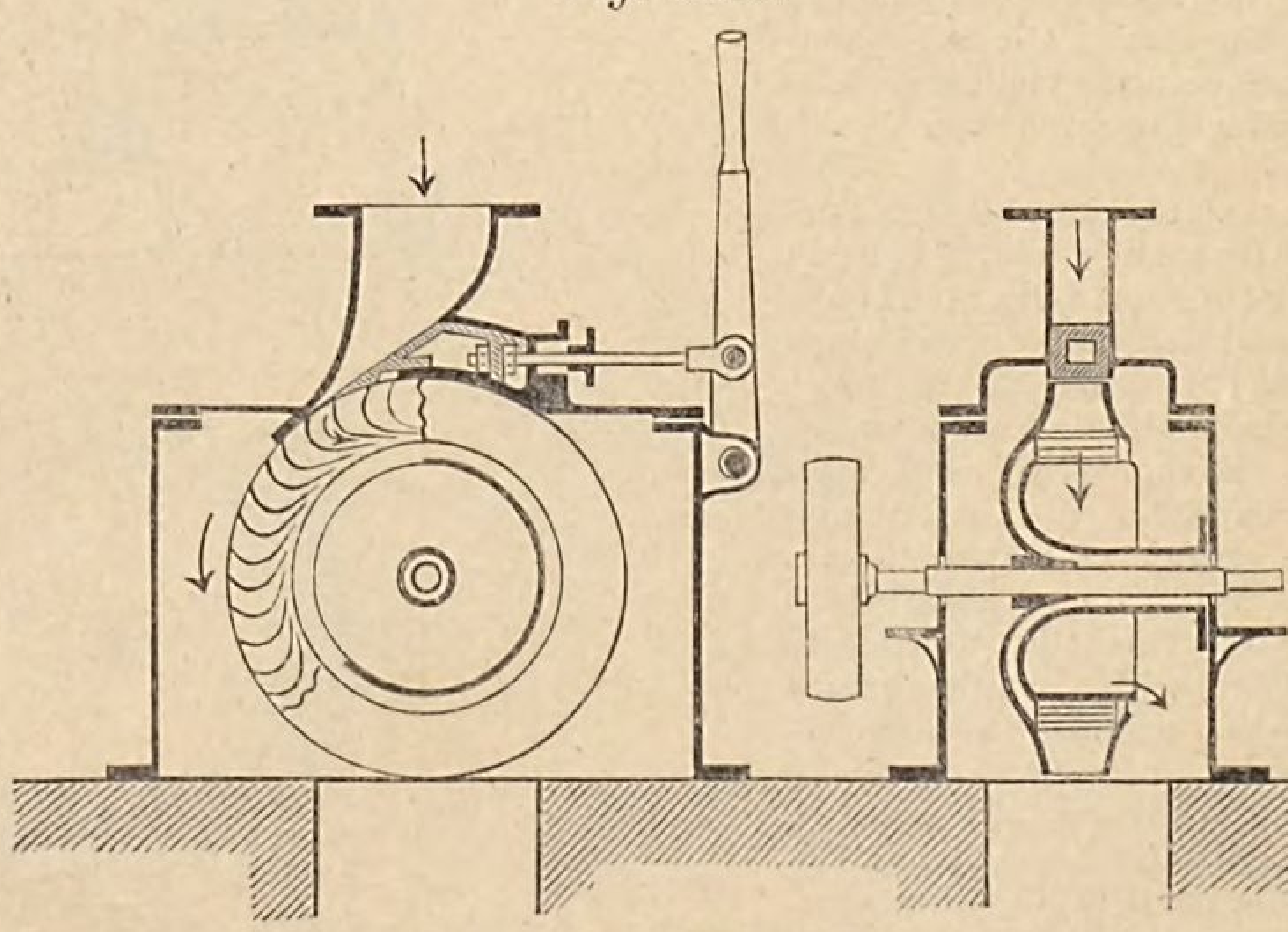
Girard's Partialturbine.

Unter den axial beaufschlagten Turbinen ist es namentlich die Girard-Turbine, welche als Partialturbine die verschiedensten Anwendungen gefunden hat. Während bei Zuppinger und Schwammkrug die Laufräder parallele Kränze zeigen, hat Girard auch bei seinen Partialrädern die Erweiterung des Laufrades gegen die Austrittsseite (wie bei seinen Vollturbinen, siehe oben) vorgenommen. Die Vortheile, welche die Kranzerweiterung bedingt, wurden bereits bei den Girard-Vollturbinen auseinandergesetzt und treffen auch hier vollständig zu. Das Laufrad wird ebenfalls ventilirt, obwohl dies bei Partialturbinen nicht unbedingt nothwendig ist. Die Regulirung des Wasserzuflusses geschieht hier meistens

durch Schieber, welche entweder auf eine Oeffnung wirken und demnach die Zellenweite verändern oder sie erfolgt durch die Zahl der geöffneten Zellen. Die Construction des Einlaufes geht grundsätzlich dahin, jeder Zersplitterung und Zerstäubung des Wasserstrahles vorzubeugen. Girard hat seine Partialturbinen übrigens sowohl axial als radial mit innerer Beaufschlagung durchgeführt und die Radachse vertical und auch horizontal angeordnet. Von den vielen Constructionstypen der Girard-Partialturbinen sei hier nur die durch Fig. 5405 dargestellte, als eine sehr häufig angewendete besonders hervorgehoben. Es ist dies eine Achsialpartialturbine. Der Laufradkranz wird zweckmässig aus Kanonenmetall angefertigt, denn die ungeheure Ausflussgeschwindigkeit (Gefälle von oft mehr als 100 Meter) würde das Gusseisenmaterial in kürzerer Zeit zerstören. Arme und Nabe sind aus Gusseisen und mit dem Laufradkranz verschraubt. Das Einlaufrohr krümmt sich allmälig verengend nach abwärts und mündet in einen Kasten, der nach einem Viertelkreise gekrümmt über dem Laufrade liegt. In demselben befindet sich die Regulirung, welche aus einem ebenen Schieber besteht, der seitwärts mit einer gekrümmten Zahnstange versehen ist. Das eingreifende Stirnkölbchen ermöglicht die Bethätigung der Regulirung von aussen. Der Schieber und die darunter liegenden Leitcanäle sind ebenfalls aus Kanonenmetall angefertigt. Solche Partialturbinen erhalten enge Schaufeltheilung (40 bis 100 Laufradschaufeln) und der Durchmesser des Laufrades wird derart ausgemittelt, dass bei voller Beaufschlagung (am ganzen Umfange) die 4 bis 8fache Wassermenge aufgenommen werden könnte.

Turbinen als Kleinmotoren. Bei dem Umstande, als viele grössere Städte über Hochdruckwasserleitungen verfügen, lag die Idee nahe, die motorische Kraft der letzteren auszunützen und der Kleinindustrie zur Verfügung zu stellen. Man construirte daher Turbinen als Kleinmotoren, welche von den Wasserleitungen gespeist wurden und Effecte von $^1/_2$, 1, 2 bis 4 Pferdekraft je nach ihrer speciellen Anwendung zum Antrieb verschiedener Arbeitsmaschinen zu leisten hatten. Da die städtischen Wasserleitungen nicht selten ziemlich hohe Pressungen (bis zu 15 Atmosphären und auch mehr) besitzen, so war es zweckmässig, diese Kleinmotoren als Partialturbinen zu construiren, für welche das disponible Gefälle gross (1 Atmosphäre Pressung gleich 10^m Wassersäule) und die zu consumirende Wassermenge möglichst gering zu sein braucht. Letzteres schon aus dem Grunde, weil für den Bezug des Wassers zu industriellen Zwecken eine bestimmte Summe zu entrichten ist, welche selbstverständlich der beanspruchten oder verbrauchten Wassermenge proportional sein wird. Die effective Leistung z. B. einer Pferdekraft wird daher um so billiger sein, je grösser das benützte Gefälle, beziehungsweise der Druck des Wassers und je kleiner die secundlich zu beaufschlagende Wassermenge ist. Man hat nun eine Reihe verschiedener Anordnungen von Partial-Turbinen für diesen Zweck geschaffen, bei welchen vor allem auf eine möglichst compendiöse Einrichtung, bequeme Aufstellung, leichte Transportfähigkeit und einfache Wartung und Handhabung das Hauptaugenmerk zu richten war. Solche

Fig. 5406.



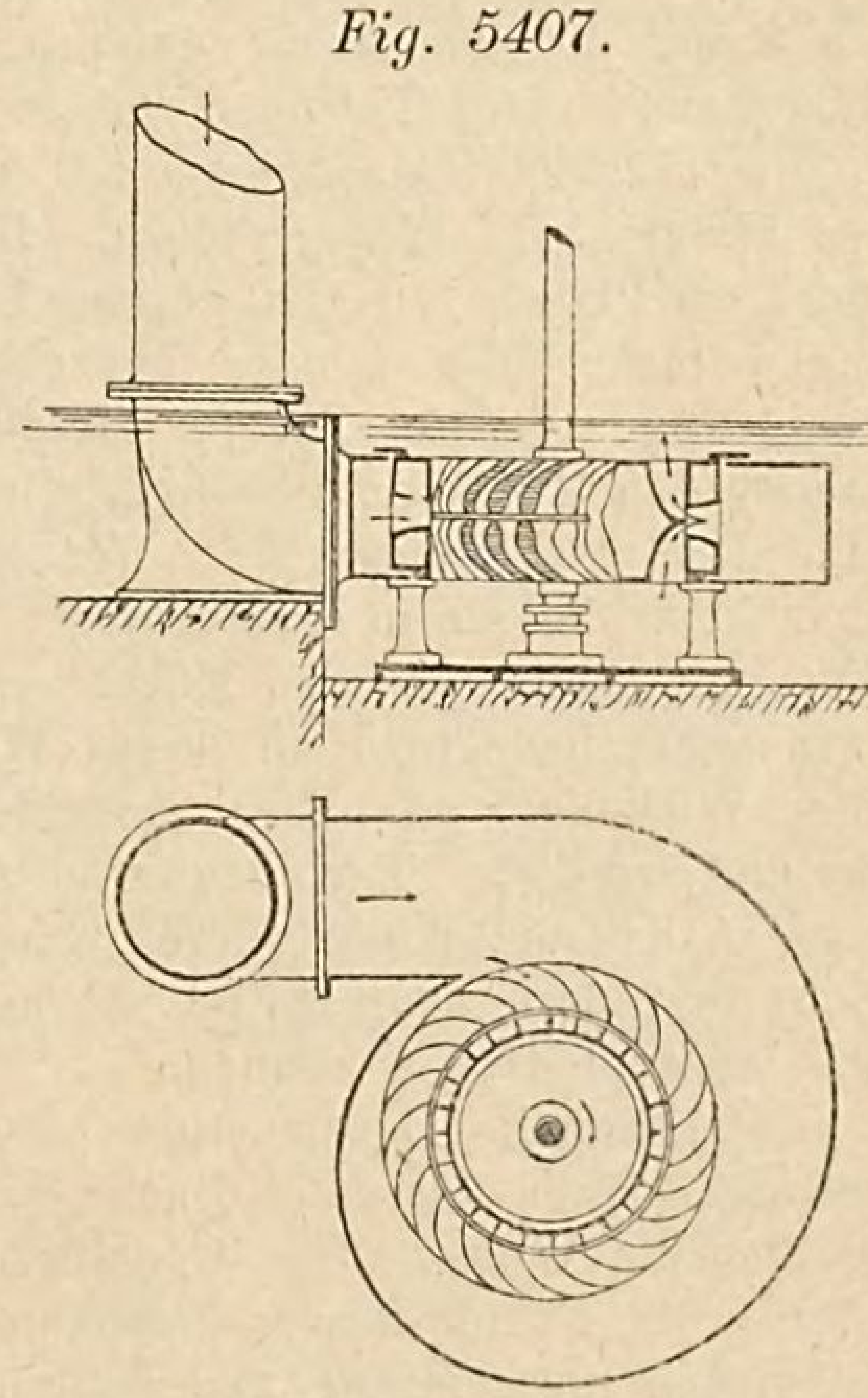
Radial-Partialturbine als Kleinmotor.

Kleinturbinen müssen indess auch mit einer guten Regulirung versehen werden um im Falle eines geringeren Kraftconsumes auch eine geringere Wassermenge zu beaufschlagen und dadurch das ökonomische Moment vollständig zu berücksichtigen. Unter der ziemlich grossen Zahl der zu diesem Zwecke aufgetauchten Constructionen wollen wir die in Fig. 5406 dargestellte hervorheben. Dieser Kleinmotor ist eine Radial-Partialturbine mit äusserer Beaufschlagung und horizontaler Drehungsachse. Das Laufrad liegt in einem eisernen Kasten eingeschlossen, welcher oben den Einlaufsapparat aufnimmt. Derselbe schliesst sich möglichst tangentiell an den Radumfang und die einzige hier vorhandene Leitschaufel ist durch einen beweglichen Zungenschieber gebildet, der mittelst eines Handhebels verstellt werden kann, wodurch der Austrittsquerschnitt verringert oder vergrössert werden kann, je nach der erforderlichen Kraftleistung. Das Laufrad ist nach der inneren Austrittsseite erweitert und für die ordnungsmässige Abfuhr des Wassers ist ein besonderer Blechmantel im Innern des Laufrades wie aus der Skizze ersichtlich angeordnet. Der Einlaufsapparat wird mit dem Rohre der Wasserleitung verbunden, der Abfluss erfolgt unten nach einem Abzugscanal. Bei billigen Wasserpreisen empfehlen sich solche Kleinmotoren durch ihre compendiöse Einrichtung und ihre rasche In- und Ausserbetriebsetzung für verschiedene Zwecke der Kleinindustrie.

Lehmann hat auch für diese Kleinmotoren eine selbstthätige durch einen Centrifugalregulator verstellbare Regulirung geschaffen, welche sich bestens bewährt. Auf eine weitere Ausführung derselben kann hier indess nicht eingegangen werden.

Turbinen anderer und selten verwendeter Systeme. Ausser den im Vorangegangenen enthaltenen Turbinensystemen, welche gegenwärtig beinahe ausschliesslich im Gebrauche der grossen Praxis stehen, erübrigt uns noch zum Schlusse dieses Capitels einige Constructionen der Vollständigkeit wegen zu erwähnen, obzwar dieselben gegenwärtig nur eine geringe Bedeutung besitzen. Hierher gehört zunächst die Turbine von Schiele, welche nach der in Fig. 5407 dargestellten Skizze ein eigenthümlich geschaufeltes Laufrad besitzt. Die Rohrleitung für das Betriebswasser geht in einen gusseisernen Kasten über, welcher das Laufrad schneckenartig umschliesst. In diesem Kasten liegt der das Laufrad concentrisch einhüllende Leitapparat, dessen Schaufeln gegen das Laufrad zu an Höhe abnehmen. Die Wasserfäden treffen das Laufrad in der Mitte, dasselbe gewissermassen radial beaufschlagend und gehen in Folge der doppelten Schaufelung nach oben und unten, wobei sie das Rad in axialer Richtung verlassen. Das Wasser macht also hier einen ziemlich complicirten Weg. Der einzige Vortheil dieser Anordnung besteht in der hiedurch bedingten theilweisen Entlastung des Wellenzapfens, welcher Vortheil aber gegenüber den hydraulischen Widerständen in dieser Turbine jedenfalls zu theuer erkauft ist.

Fig. 5407.



Turbine von Schiele.

Die Turbine von Thomson besteht aus einem niederen cylindrischen Gehäuse, in welchem 4 Leitschaufeln sich befinden. Innerhalb der letzteren und concentrisch zum Gehäuse liegt das Laufrad, dessen Achse vertical ist und welches durch eine horizontale Scheibe in zwei gleich grosse Abtheilungen zerfällt. Zwischen dieser Scheibe und den nach einwärts sich erweiternden Radkränzen sind die Laufradschaufeln angeordnet. Das Betriebswasser wird durch Röhren dem Gehäuse zugeführt, und tritt längs der Leitschaufeln in das Laufrad. Indem es beide Abtheilungen durchströmt, findet der Austritt am inneren Umfange des Laufrades und zwar gleichzeitig nach oben und nach unten statt. Die Leitschaufeln sind um eine Achse beweglich eingerichtet und kann hiedurch eine Regulirung der Turbine erzielt werden. Diese Turbine hat in England mannigfache Verbreitung gefunden, kann aber unmöglich hohe Wirkungsgrade erzielen, da die Führung des Wassers durchaus nicht den Ansprüchen der rationellen Theorie entspricht.

Unter den Turbinenconstructionen ohne Leitapparat sind zu erwähnen: die Turbine von Cadiat, welche aus der Fourneyron entsteht, wenn der Leitapparat der letzteren weggenommen wird; die Schottische oder Whitelaw-Turbine, ein horizontales Reactionsrad ohne Leitcurven und mit gekrümmten Schwungröhren, weiters die Turbine von Combes, welche den Einlauf von innen und unten besitzt und endlich die Turbine von Canson, die nach Art der Schwammkrug-Turbinen den Einlauf an der Innenseite ohne Leitcurven besitzt und das Laufrad entweder in horizontaler oder verticaler Ebene kreisen lässt. Der Wirkungsgrad dieser Turbinenarten ist in Folge der unvollkommenen Construction gering und beträgt höchstens 40 bis 45 Proc. Uebrigens haben diese Constructionen gegenwärtig nur mehr einen historischen Werth und dürften kaum mehr eine ausgedehntere Anwendung in der Praxis erfahren. Auf demselben Standpunkte steht endlich die Schraubenturbine, bei welcher die Schaufeln die Gestalt einer um die Turbinenwelle gelagerten Schraubenfläche besitzen. Diese letztere hat eine oder zwei Ganghöhen und ist in einem cylindrischen Rohre mit einem sehr geringen Spielraum zwischen den Umfängen eingesetzt. Durch das Rohr sinkt das Betriebswasser aus dem Obercanal nieder und setzt dadurch die Schraube also auch die Welle in Bewegung; eine solche Schraubenturbine wurde zuerst von Plataret für eine Leistung von 20 Pferdekräften zum Betriebe einer Spinnerei gebaut.

Werden nun Turbinen und Wasserräder mit einander verglichen, so zeigt sich, dass die Anwendungsfähigkeit der ersteren ein weit grösseres Gebiet umfasst als jenes der letzteren. Turbinen sind für alle Gefällsverhältnisse möglich, Wasserräder für mehr als 15^m Gefälle werden aber in ihren Dimensionen solche Kolosse, dass ihre Construction kaum mehr rationell wird, abgesehen von dem ökonomischen Standpunkt. Hohe Gefälle lassen gerade kleine Turbinen zu, so dass die Anlage constructiv gerechtfertigt erscheint. Wasserräder sind wenig oder nicht geeignet für Stauwasser, wogegen entsprechend construirten Turbinen das Tauchen im Unterwasser von keinem Nachtheil erscheint. Namentlich seitdem man gelernt hat, die Regulirungsturbine verhältnissmässig so vollkommen zu bauen, wie dies gegenwärtig der Fall ist, kann den Eigenthümlichkeiten eines Wasserlaufes in Bezug auf eine möglichst weitgehende Ausnützung seiner motorischen Kraft weitaus mehr entsprochen werden durch eine Turbine als durch ein Wasserrad. Die Turbinen besitzen grössere Umfangsgeschwindigkeiten, wodurch die Transmissionsanlagen zu den Arbeitsmaschinen einfacher und billiger werden als bei den Wasserrädern. In dieser Hinsicht erscheinen die letzteren nur dort am Platze, wo eine geringe Umdrehungszahl gefordert wird. Wasserräder verlangen mehr oder minder nur constantes Gefälle, Turbinen aber nicht. Die oberschlächtigen Räder sind für Gefälle von 6 bis 15^m in Bezug auf ihren Wirkungsgrad den Turbinen gleichzustellen respective vorzuziehen, da sich der Wirkungsgrad mit der abnehmenden Wassermenge sogar erhöhen kann. Dafür werden sie aber kostspieliger in ihrer Anlage, erfordern mehr Grundfläche zu ihrem Aufbau als Turbinen von gleichem Effect. Vollturbinen leiden bei Abnahme der Aufschlagsmengen bedeutend an ihrem Wirkungsgrade, Wasserräder dagegen wenig. Soll der Wirkungsgrad nahezu constant bleiben, so muss eine Regulirungsturbine angewendet werden. Turbinen zum Antriebe von Walzwerken, Hammerwerken, kurz von Arbeitsmaschinen, deren Gang von heftigen Stössen begleitet ist, müssen mit Schwungrädern ausgestattet werden, welche bei Wasserrädern in Folge ihrer grossen Masse entfallen können.

Die rationelle Construction einer Turbine ist eine schwierige, auf streng theoretischer Basis fussende Sache, ein Fehler gegen die Theorie rächt sich in empfindlichster Weise. Die Construction der Wasserräder ist dagegen einfach und nur grobe Fehler äussern sich empfindlicher in Bezug auf die Effectsleistung. Jede Turbine muss streng und nach allen Regeln der Maschinenwissenschaft den speciellen Verhältnissen ihres Wasserlaufes angepasst werden.

Durch die vollkommene Construction der Turbinen ist es gelungen und möglich geworden, grosse Effectsleistungen den natürlichen Wasserläufen zu entziehen und dem technischen Leben dienstbar zu machen, Effecte, welche ohne Turbinen durch Wasserräder allein kaum zu gewinnen wären. Es bedarf ja nur in dieser Hinsicht des Hinweises auf die Wasserwerke zu Schaffhausen, welche mittelst drei Invalturbinen den Stromschnellen des Rheines eine Leistung von 600 Pferdekräften entziehen und durch eine grossartig angelegte Seiltransmission

den industriellen Etablissements Schaffhausens zur Verfügung stellen. Aehnlich, aber weit kolossaler zeigen sich die Verhältnisse bei der Turbinenanlage zu Bellegarde in Frankreich, wo durch 6 Turbinen (bei 14 Meter mittleres Gefälle) ein Effect von nicht weniger als 3000 Pferdekräften der Rhone entzogen und der dortigen Industrie nutzbar gemacht wird.

Literatur über Turbinen. Armengaud, Moteurs hydrauliques. — Redtenbacher, Theorie und Bau der Turbinen 2. Aufl. — Weissbach-Hermann, Ingenieur-Mechanik. — Rittinger, die Rohrturbinen. — Rankine, Manual of the Steam Engine and other Prime Moveos. — Rühlmann, allgemeine Maschinenlehre 1. Bd. — Lowell, Hydraulic experiments by James Francis Boston 55. — Fink, Theorie und Construction der Turbinen. — Reiche, Gesetze des Turbinenbaues. — Meissner, die Hydraulik und die hydraulischen Motoren. — Wiebe, allgem. Theorie der Turbinen. — Uhland, Handbuch für den Maschinenconstructeur etc. — Ferner zahlreiche Artikel der periodischen Literatur.

C. Die Wassersäulenmaschinen, Wasserdruckmaschinen (*machine à colonne d'eau — water pressure blast-machine*) bestehen dem Principe nach aus Cylindern, in welchen luft- und wasserdicht eingeschobene Kolben durch den Druck des von einem höher gelegenen Ort zufliessenden Betriebswassers bewegt werden.

Nach vollbrachter Wirkung tritt das Wasser wieder aus dem Cylinder aus und fliesst nach einem entsprechend situirten Canale ab. Die Wassersäulenmaschinen besitzen sonach einige Aehnlichkeit mit der Dampfmaschine; ein wesentlicher Unterschied wird aber durch die Eigenschaften der motorischen Flüssigkeit zwischen beiden Motoren bedingt. Das Wasser ist eben im Gegensatze zu Dampf incompressibel und auf diese Eigenschaft muss bei den Wassersäulenmaschinen im hohen Grade Rücksicht genommen werden. Aus diesem Umstande entspringt eine Reihe constructiver Eigenthümlichkeiten der Wasserdruckmotoren.

Der Cylinder, in welchem der Kolben den Druck des Wassers aufnimmt, und die Bewegung des Kolbens erfolgt, heisst allgemein Treibcylinder, der Kolben auch Treibkolben. Das Wasser wird durch das Einfallrohr zu und durch das Abfall- oder Abflussrohr weggeleitet. Die Vorrichtung, welche bei jeder Wassersäulenmaschine vorhanden sein muss, um die Bewegung des Treibkolbens durch den Zu- und Abfluss des Kraftwassers im richtigen Momente zu veranlassen, heisst Steuerung.

Die Wassersäulenmaschinen verdanken ihre Entstehung den Dampfmaschinen. Nachdem die erste Kolbenmaschine für Dampfbetrieb durch die Construction von Newcomen (1705) entstanden war, lag die Idee nahe, unter gehörigem Druck stehendes Wasser zum Betriebe einer solchen Maschine zu benützen. Die Realisirung dieses Gedankens gab die älteste Wassersäulenmaschine, welche namentlich bei den Erzbergbauen von Ungarn, Kärnthen und Sachsen vielfache Verbreitung fand. Seit jener Zeit ist die Construction der Wassersäulenmaschine allerdings ausserordentlich vorgeschritten und in dieser modernen Gestalt bildet sie einen Motor, der beim Bergbau und zwar dort, wo die natürlichen Verhältnisse es gestatten, gerne in Anwendung, namentlich zum Antriebe von Pumpen, Förderungen, Ventilationen genommen wird.

In neuester Zeit hat sich die Wasserdruckmaschine auch das Terrain solcher Städte erobert, welche mit Hochdruckwasserleitungen versehen sind. Hier gelang es, Motoren auf diesem Principe aufzubauen, welche in einzelnen Gewerben und Kleinindustrien die erforderlichen Arbeitsmaschinen zu betreiben, Hebemaschinen, Aufzüge etc. zu bedienen haben, wobei allerdings nur geringe Effecte beansprucht werden.

Die Wassersäulenmaschinen sind nur dort am Platze, wo bedeutende Gefällshöhen, mächtige Wassersäulen bei verhältnissmässig kleinen Wassermengen zur Verfügung stehen und wo auch keine grösseren Geschwindigkeiten in der Bewegung des Treibkolbens verlangt werden.

Die Wassersäulenmaschinen sind entweder einfach oder doppelt wirkend. Bei den ersteren erfolgt das Heben des Treibkolbens durch den

Druck des Einfallwassers, das Niedersinken (verticale Aufstellung des Treibcylinders vorausgesetzt) aber durch das Eigengewicht des Kolbens, respective der sonstigen an der Kolbenstange hängenden Maschinenbestandtheile (Pumpengestänge) unter gleichzeitigem Abfluss des unter dem Kolben befindlichen Betriebswassers nach dem Abfallrohre. Die doppelt wirkenden Maschinen erzielen den Hin- und Hergang (Auf- und Niedergang) des Kolbens durch den Druck des Wassers, welches also abwechselnd zu beiden Seiten des Kolbens wirkt. In diesem Falle muss der Kolben dicht an die Cylinderwand anschliessen (Scheibenkolben), während bei einfach wirkenden Maschinen ein Plungerkolben vorhanden sein kann. Wird die auf- und niedergehende Bewegung des Kolbens direct zum Antriebe einer Arbeitsmaschine verwendet (wie z. B. im Bergbau zum Pumpenbetriebe), so ist die Maschine eine Hubmaschine. Setzt man dagegen die geradlinige Bewegung des Kolbens durch Einschaltung gewisser Maschinentheile in die drehende Bewegung einer Welle um, so hat man eine Wassersäulenrotationsmaschine geschaffen. Die letztere kann wieder so eingerichtet sein, dass ihre Welle abwechselnd im rechts- oder linksgängigen Sinne rotirt, d. h. die Maschine kann mit einer Umsteuerung versehen sein, wie dies bei Verwendung der Wassersäulenmaschine zu Zwecken der Förderung nothwendig ist.

Die Steuerung hat, wie oben kurz bemerkt, die Aufgabe, den Eintritt des Betriebswassers in den Treibcylinder und den Austritt aus demselben im richtigen Momente einzuleiten und durch eine, den Bewegungsphasen entsprechende Zeitdauer aufrecht zu erhalten. Das von der Steuerung zum Cylinder führende Rohr führt bei den Wassersäulenmaschinen den Namen Gurgelrohr.

Der Abschluss desselben durch die Steuerungsorgane darf nur allmälig erfolgen, weil sonst in Folge der Unzusammendrückbarkeit des Wassers heftige Stösse und Erschütterungen in der ganzen Maschine auftreten würden. Bei einzelnen Anordnungen der Wassersäulenmaschine müssen deshalb besondere Einrichtungen im Detail der Steuerungsorgane getroffen werden, um dem letzterwähnten Umstande so viel als möglich zu begegnen.

Die Steuerungsorgane dürfen weiters ihre Bewegung nicht direct vom Treibkolben empfangen, weil sonst in dem Momente, als das Gurgelrohr durch die Steuerung abgeschlossen wird, der Treibkolben und mit ihm auch die Steuerung zur Ruhe kommen müsste. Es ist deshalb die Anordnung so zu treffen, dass die Steuerung nur indirect von der Bewegung des Treibkolbens beeinflusst wird.

Die Steuerungsorgane können Kolben, Ventile, Schieber und Hähne sein. Hahnsteuerungen wendet man gegenwärtig nicht mehr an, am häufigsten erscheint die Kolben- und die Schiebersteuerung verwerthet. Da die bei den Wassersäulenmaschinen verwendeten Gefälle sehr gross, oft Hunderte von Metern betragen, so wird natürlich der Wasserdruck auf die Steuerungsorgane und damit auch der Reibungseffect zu ihrer Bewegung sehr gross ausfallen. Aus diesem Grunde sucht man die Steuerung stets so einzurichten, dass eine möglichst weit gehende Entlastung ihrer Organe vorhanden ist. Am einfachsten kann dieses bei der Kolbensteuerung, am schwierigsten bei der Schiebersteuerung erreicht werden.

Zur Bewegung der Steuerungsorgane benützte man bei den älteren Constructionen aufgezogene Gewichte, gespannte Federn etc. Doch erscheinen solche Gewichts- und Federsteuerungen gegenwärtig ganz ausser Gebrauch. Sehr häufig erscheint zur Bewegung der Steuerung der Druck des Einfallswasser verwerthet, indem eine zweite kleine Hilfswassersäulenmaschine zu diesem Zwecke eingerichtet wird. Diese Hilfsmaschine muss alsdann wieder mit einer Steuerung, der Vorsteuerung, versehen sein, deren Bewegung vom Treibkolben eingeleitet wird. Diese Anordnung findet sich bei den Hubmaschinen gerne durchgeführt. Bei den Maschinen mit Rotation kann die Bewegung der Steuerungsorgane von der betreffenden Welle in einfacher Weise abgeleitet werden.

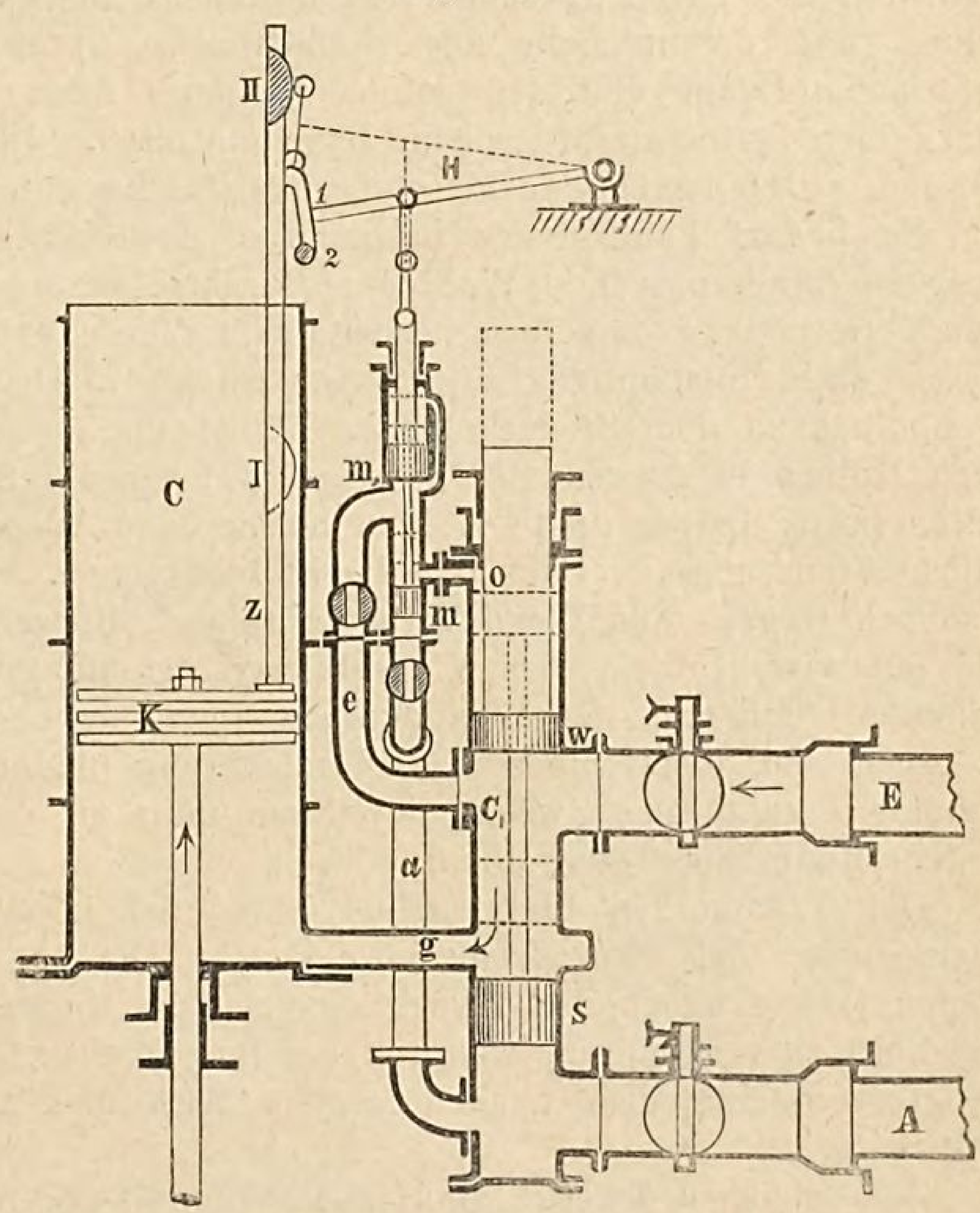
Die älteren Wassersäulenmaschinen besitzen alle sehr geringe Kolbengeschwindigkeiten, welche kaum mehr als $0{\cdot}3^{m}$ pr. Secunde betragen. Dieses geringe Mass fand seine Begründung in dem Bestreben, jede grössere Beschleunigung der

Massen zu vermeiden und die Gefahr einer Stosswirkung möglichst hintanzuhalten. — In neuerer Zeit hat man auch hier gelernt wesentliche höhere Geschwindigkeiten anzuwenden, ohne das letztere befürchten zu müssen, worauf wir in der Folge noch zurückkommen werden. Die Geschwindigkeit des Wassers in den Einfall- und Abfallröhren wird zweckmässig nicht höher als ein Meter genommen. Plötzliche Richtungs- und Querschnittsänderungen sind bei der Anlage von Wassersäulenmaschinen überhaupt zu vermeiden.

Der Wirkungsgrad der Wassersäulenmaschine kann bei entsprechender Construction auf etwa 78 bis 82 Procente des absoluten Effectes geschätzt werden. Genaue Versuche bezüglich Ermittlung derselben liegen trotz vielfacher Verwendung der Wassersäulenmaschine nur sehr vereinzelt vor. Die Wasserverluste können bei guter Ausführung und correcter Instandhaltung auf ein Minimum sinken. Wichtig ist es bei Maschinen mit Hilfswassersäulenmaschinen (siehe oben) den Steuerungswasserverbrauch durch kluge Einrichtungen und Dimensionirung ebenfalls auf ein geringes Mass herabzudrücken.

Einfach wirkende Hubwassersäulenmaschinen werden beinahe ausschliesslich nur im Erzbergbau zum Heben der Grubenwässer angewendet und hierbei so angeordnet, dass der Aufgang des Treibkolbens durch den Druck des Kraftwassers und der Niedergang durch das Gewicht des mit dem Treibkolben unmittelbar verbundenen Pumpengestänges erfolgt.

Fig. 5408.



Einfach wirkende Wassersäulenmaschine mit Kolbensteuerung.

Als Beispiel einer solchen Hubmaschine mit Kolbensteuerung diene die in Fig. 5408 dargestellte Construction nach System Junker. In dem, nach oben hin offenen Treibcylinder C ist der Treibkolben K eingeschoben, dessen Kolbenstange unten direct mit dem Pumpengestänge verbunden ist. g ist das Gurgelrohr, welches zu dem Hauptsteuercylinder C_1 führt. An einer gemeinschaftlichen Stange sitzen die beiden Kolben S und w, der letztere setzt sich als Mönchkolben nach aufwärts fort und wird durch eine Stopfbüchse beim Austritte aus dem Steuercylinder abgedichtet. Das Aufschlagswasser tritt durch die Einfallsrohre E ein und gelangt durch das Abfallrohr A zum Abfluss. Zur Bewegung der Steuerungskolben dient eine Hilfssteuerung, deren Kolben m und m_1 in einem separat angeordneten kleinen Cylinder sich befinden. Dieser communicirt durch o einerseits mit dem zwischen Mönchskolben und Steuercylinder befindlichen ringförmigen Raum, anderseits durch die Röhren e und a mit dem Einfallsrohre E resp. mit dem Abfallrohre A. Befindet sich das Kolbensystem der Haupt und Vorsteuerung in der aus Figur 5408 ersichtlichen Stellung, so tritt das Kraftwasser in der Richtung der Pfeile in den Treibcylinder und veranlasst dessen Aufgang. Die Hilfssteuerkolben hängen nun

an einem um seinen Endpunkt drehbaren Hebel *H*, welcher an seinem anderen Ende mit zwei, nach entgegengesetzten Seiten vorspringenden Ansätzen *1* und *2* versehen ist. Mit dem Treibkolben ist aber eine vertical geführte Steuerstange *t* verbunden, welche am geeigneten Orte die gleichfalls nach entgegengesetzten Seiten vorspringenden Knaggen *I* und *II* besitzt. Beim Aufwärtsgange des Treibkolbens berührt nun die Knagge *I* den Ansatz *1* und hebt dadurch den Hebel *H* in die punktirte Stellung, wodurch auch die Hilfssteuerkolben in die punktirt gezeichnete Lage kommen. Das in dem ringförmigen Raum des Steuercylinders C_1 und durch *e* mit dem Einfallrohre *E* bisher in Communication gestandene Aufschlagwasser kann nunmehr aus diesem Raume entweichen, weil es durch *a* die Verbindung mit dem Abfallrohre *A* offen findet. Gleichzeitig aber muss der Aufwärtsgang der Hauptsteuerkolben *w* und *s* in Folge des auf die Flächendifferenz der ungleich grossen Kolben *w* und *s* wirkenden Einfallswassers beginnen, und sich solange fortsetzen, bis die letzteren in die punktirt gezeichnete Stellung kommen, wo ihr weiterer Aufgang durch einen Anschlag verhindert wird. In dieser Stellung ist aber die Verbindung der Einfallsröhre mit dem Treibcylinder unterbrochen, dagegen jene mit dem Abfallrohre *A* hergestellt. Der Treibkolben, welcher in seiner höchsten Stellung angelangt war, kann nun durch sein eigenes Gewicht und jenes des damit verbundenen Gestänges nach abwärts gehen, wobei das Wasser nach dem Abfluss entweicht. Ist nun der Niedergang des Kolbens *K* entsprechend weit vorgeschritten, so kömmt die Knagge *II* mit dem Ansatz *2* in Berührung, der Hebel *H* senkt sich mit dem Hilfssteuerkolben in die gezeichnete Stellung und da nunmehr das Einfallwasser durch *E*, *e* und *o* wieder in den ringförmigen Raum eintreten kann, so muss auch der Niedergang der Hauptsteuerkolben in die ursprüngliche Lage eintreten. In dieser Weise vollzieht sich Auf- und Abwärtsgang der Maschine vollständig automatisch.

Es bedarf kaum einer besonderen Erwähnung, dass die hier dargestellte Steuerung durch passende Wahl der Durchmesser der einzelnen Kolben eine weitgehende Entlastung derselben herbeiführt. Würde *s* und *w* gleiche Fläche haben, so wäre eine vollständige Entlastung vorhanden. Der Kolben *w* würde dann den Gegenkolben zu dem Steuerkolben *s* bilden und müsste man sodann noch einen dritten Kolben in Anwendung bringen, welcher die Bewegung dieser beiden einzuleiten hätte. Dieser dritte Kolben heisst dann Wendekolben und eine so durchgeführte Steuerung involvirt das Dreikolbensystem. Bei der obigen Construction ist sonach Gegen- und Wendekolben vereinigt. Bisweilen ordnet man die Steuerung auch mit vier Kolben, das Vierkolbensystem an, wo dann zwei Gegenkolben vorhanden sind und der Wendekolben in einem eigenen Cylinder untergebracht ist. Auch bei den Kolben der Vorsteuerung findet eine Entlastung statt und communicirt zu diesem Zwecke der Raum unter m_1 durch ein seitliches Rohr stets mit dem Raum über demselben.

Der Treibkolben bleibt selbstverständlich in dem Momente stehen, als der Steuerschieber das Gurgelrohr abschliesst. Die in den Röhren *e* und *a* angeordneten Hähne haben den Zweck, durch ihre Verstellung den freien Durchflussquerschnitt zu verkleinern, wodurch ein langsamerer Gang der Steuerorgane, resp. eine grössere Hubpause nach erfolgtem Auf- und Niedergang des Treibkolbens erzielt wird.

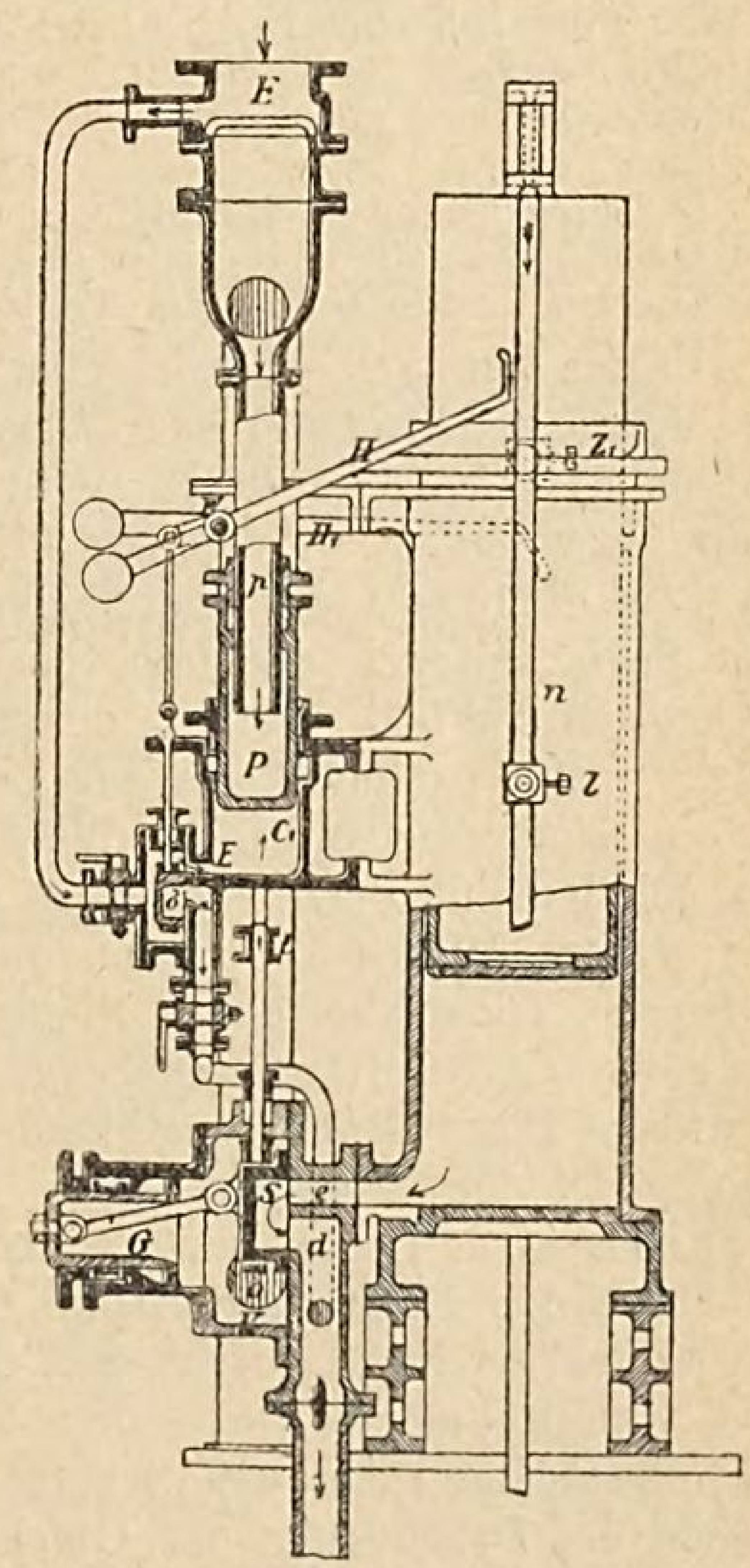
Zum gleichen Zwecke sind in den Einfall- und Abfallröhren *E* und *A* Drosselklappen, welche von aussen stellbar sind, angebracht. Durch Engerstellen derselben erhält der Treibkolben eine geringere Geschwindigkeit für seinen Auf- oder Niedergang. Diese Ste.lvorrichtung heisst auch T a g p i p e.

Die Regulirung der Maschine durch die Tagpipe ist gleichbedeutend mit dem Vernichten eines Theiles des Gefälles. Der Wirkungsgrad wird hiedurch sehr bedeutend herabgemindert, die Maschine consumirt aber pro Hub das gleiche Wasserquantum, wie bei vollständig offener Tagpipe. Wird von der Wassersäulenmaschine ein geringerer Effect als der normale verlangt, so ist es richtiger, den Hub des Treibkolbens zu verkleinern. Allein dieses Mittel kann nur dann

in Verwendung gebracht werden, wenn die Rücksicht auf die angetriebene Arbeitsmaschine es erlaubt. Die Veränderung des Hubes kann bei der dargestellten Maschine durch Verstellen der beiden Knaggen *I* und *II* auf der Steuerstange *t* erfolgen. Die Umkehrung der Bewegung erfolgt früher durch Näherstellen der Knaggen und mit dem verringerten Hub wird auch die Aufschlagsmenge entsprechend verkleinert.

Um den Auf- und Niedergang des Treibkolbens möglichst gleichmässig zu gestalten, wendet man Balanciers zur Ausgleichung der Bewegung an. Sie werden unterschieden in mechanische und in hydraulische Balanciers. Erstere Einrichtung besteht in der Anordnung eines zweiarmigen Hebels, welcher auf einer Seite mit Gewichten belastet, auf der anderen Seite aber durch ein entsprechendes Zwischenglied mit der Kolbenstange des Treibkolbens verbunden ist. Die Belastung des mechanischen Balanciers wirkt also dem Gestängegewichte entgegen, sie beschleunigt dabei den Aufgang und verzögert den Niedergang. Der hydraulische Balancier besteht in der Anwendung einer Röhrentour (Hinterwassersäule), welche vom Steuercylinder aus nach aufwärts steigt und statt des einfachen Ausgussrohres vorhanden ist. Durch diese Röhrentour wird das Abfallwasser abgeführt und hält durch das Gewicht seiner Säule dem niedersinkenden Gestänge das Gleichgewicht. Ein Gewinn oder Verlust an mechanischer Arbeit findet bei Anwendung von Balanciers natürlich nicht statt, indem die beim Kolbenaufgang gewonnene Arbeit beim Niedergange wieder verloren geht. Endlich hat man eine Ausgleichung auch durch die Anordnung eines Scheibenkolbens in Verbindung mit einem Mönchs oder Plungerkolben für den Treibkolben gefunden. Für den Aufgang wirkt das Einfallswasser von unten auf die Fläche des Scheibenkolbens, für den Niedergang ist das Einfallswasser auf beiden Seiten vorhanden, so dass dem niedergehenden Gestängegewicht eine Pressung entgegenwirkt, welche der Differenz der Scheiben-Kolbenfläche und ringförmigen Fläche zwischen Plunger und Cylinderquerschnitt proportional ist und die Verzögerung im Niedergange bewirkt. Die mechanischen Balanciers gewähren den Vortheil einer leichten Regulirbarkeit.

Fig. 5409.



Wassersäulenmaschine.

Die Einrichtung einer Hubmaschine mit Schiebersteuerung kann der in Fig. 5409 dargestellten, einfach wirkenden Wassersäulenmaschine vom Adalbertischacht in Přibram entnommen werden.

Der als Plunger construirte Treibkolben ist oben mit einer Traverse versehen, mit welcher das Pumpengestänge symmetrisch zur Achse der Maschine verbunden ist. Das Gurgelrohr mündet in einen Schieberkasten *K*, dessen Spiegel den Einströmcanal *e* (Gurgelrohr) und den Austrittscanal *d* zeigt. Letzterer steht durch eine Rohrleitung mit dem Abfluss in Verbindung. Die seitlichen Wände des Schieberkastens enthalten die Mündungen *O*, durch welche das Einfallwasser durch seitliche Rohrstränge aus der Hauptleitung *E* eintritt. Bei der in Fig. 5409 gezeichneten Stellung des auf dem Spiegel liegenden Hauptsteuerungsschiebers *S* wird der Niedergang des Treibkolbens ermöglicht, wobei das entweichende Wasser durch *e* und den hohlen Raum des Schiebers nach *d* und zum Abfluss gelangt. Der Hauptschieber *S* ist durch seine Schieberstange, durch eine Traverse *t* und durch seitlich angeordnete (in der Figur nicht gezeichnete) Gestänge mit dem Plunger-Kolben *P* der Hilfswassersäulenmaschine verbunden. Jede Bewegung von *P* zieht eine gleiche von *S* nach sich. Der Plungerkolben *P* geht durch eine Stopfbüchse abgedichtet in dem Steuercylinder C_1; besitzt aber

selbst wieder eine Stopfbüchse durch welche das, von der Haupteinfallsleitung abzweigende Rohr p in den Plungerkolben eintritt. Bei einer allfälligen Bewegung gleitet demnach der Plungerkolben innerhalb der beiden Stopfbüchsen und in seinem Inneren ist stets der Druck des Einfallswassers vorhanden. Der Steuercylinder C_1 ist seitwärts mit einem Schieberkasten versehen, in welchem sich der Vorsteuerungsschieber σ befindet. Der Schieberspiegel desselben zeigt die Canäle ε und α. welch letzterer durch eine Rohrleitung mit dem Abflussrohr communicirt. Durch das von der Haupteinfallsleitung abzweigende Rohr v tritt das Einfallwasser in den Schieberkasten der Vorsteuerung. Die Stange des Vorsteuerungsschiebers hängt endlich durch einen Hebel an der Steuerungswelle w, an welcher die beiden Steuerhebel H und H_1 montirt sind. Diese sind zum Anschlage an zwei Knaggen z und z_1 bestimmt und sind letztere stellbar an den beiden von der Cylindertraverse abzweigenden und in Führungen laufenden Steuerungsstangen n angeordnet. Die Steuerungsstangen liegen so wie die Hebel H und H_1 zu beiden Seiten des Treibcylinders. Ist nun der Treibkolben bei seinem Niedergange in der Nähe des Hubwechsels angekommen, so wird durch die Knagge z_1 der Steuerhebel H_1 niedergezogen und dadurch der Vorsteuerungsschieber σ so weit gehoben, dass durch denselben die Verbindung von ε und α hergestellt ist und das im Steuercylinder angesammelte Wasser nach der Abfalleitung austreten kann. Der Plungerkolben I senkt sich in Folge des in seinem Inneren vorhandenen Druckes des Einfallwassers und wird den Hauptschieber S so weit nach abwärts bewegen, dass hiedurch die Oeffnung des Gurgelrohres c gegen den Hauptschieberkasten frei wird und das Kraftwasser nunmehr in den Treibcylinder tretend, den Aufgang des Treibkolbens besorgen kann. Ist der Hub nach aufwärts nahezu vollendet, so schlägt die Knagge z an den Hebel H, zwingt diesen zur Bewegung nach oben, wodurch der Vorsteuerungsschieber gesenkt wird und in die gezeichnete Stellung gelangt. Das Kraftwasser kann nunmehr auch durch ε in den Steuercylinder C_1 treten und wird den Plungerkolben P in Folge der Differenz zwischen der äusseren und inneren Fläche seiner Bodenwandung nach aufwärts bewegen, wodurch der Hauptschieber ebenfalls aus seiner früheren Lage in die gezeichnete Stellung gehoben wird. Nunmehr kann wieder der Niedergang des Treibkolbens beginnen.

Durch die in die Rohrleitungen eingeschalteten Hähne kann der Gang der Steuerung entsprechend gestellt und ebenso durch die, in der Abflussleitung angeordnete Drosselklappe der langsamere Niedergang des Treibkolbens herbeigeführt werden.

Bei den so eingerichteten Wassersäulenmaschinen fallen die Dimensionen der Hauptsteuerungsschieber ziemlich gross aus, denn der Querschnitt des Gurgelrohres darf der hydraulischen Stösse wegen nicht kleiner als jener des Einfallrohres genommen werden und die Geschwindigkeit des darin circulirenden Wassers soll einen Meter nicht übersteigen. Da nun die Höhe des Gurgelrohres vermöge des Schieberweges ebenfalls gering sein soll, so wird die Breite des Schiebers selbst beträchtlich. Da nun der ganze Druck des Einfallswassers auf der Schieberfläche lastet, so muss der zur Ueberwindung der Schieberreibung aufzuwendende Effect einen bedeutenden Werth erhalten. Letzteren möglichst zu reduciren, ist geboten, um den Nutzeffect der ganzen Maschine günstiger zu gestalten und um einen kleineren Consum an Steuerwasser herbeizuführen, welcher aus den kleineren Dimensionen des Steuercylinders sich ergeben wird. Deshalb erscheint es geboten, den Hauptsteuerungsschieber mit einer wirksamen Entlastung auszustatten. Diese Entlastung kann nun eine hydraulische oder eine mechanische sein. Bei der in obiger Skizze dargestellten Wassersäulenmaschine ist eine hydraulische Entlastung vorhanden. Sie besteht aus einer kreisförmigen, innen hohlen Entlastungsglocke G, welche durch eine Stopfbüchse des Schieberkastendeckels hindurchtritt und durch eine kurze Stange gelenkig mit dem Rücken des Hauptschiebers verbunden ist. Der Druck des Kraftwassers auf die Entlastungsglocke sucht den Schieber von seiner Gleitfläche abzuheben. Macht man daher die Druckfläche der Glocke etwas kleiner als die Schieberfläche, so wird der Schieber mit einem geringen Ueberdruck an den Schieberspiegel gepresst werden. Bei der auf- und niedergehenden Bewegung des Schiebers wird natürlich die Entlastungsglocke innerhalb der Stopfbüchse ebenfalls eine kleine Bewegung machen. Die hydraulische Entlastung zeigt indess folgenden Nachtheil. Wenn aus irgend einem Grunde der Niedergang des Treibkolbens nur sehr langsam erfolgen soll, so muss durch Verstellen der Drosselklappe im Abflussrohre ein künstlicher Widerstand erzeugt werden, welcher sich als Druck auf der Innenseite des Schiebers äussert. Die Schieberentlastung wird hiedurch im Allgemeinen unterstützt; allein es kann vorkommen, dass der durch die Drosselung erzeugte Druck mit dem Entlastungsdruck zusammen, den hydrostatischen Druck des Ein-

fallswassers auf den Schieber überwindet, so dass der letztere von seinem Spiegel abgehoben wird. Hiedurch entstehen Betriebswasserverluste und Stösse, namentlich zu Ende des Niederganges.

Von diesem Uebelstande frei ist die mechanische Schieberentlastung. Die Anordnung einer solchen kann darin bestehen, dass die am Schieberrücken befindliche kurze Lenkstange in eine cylindrische sich einhängt, welche durch eine Stopfbüchse im Schieberkastendeckel dicht hindurchgeführt wird. Ausserhalb des Schieberkastens hängt sich diese cylindrische Stange in den kurzen Arm eines Winkelhebels ein, dessen langer Arm am Ende mit einem Gewichte belastet wird. Dieses Gewicht multiplicirt mit dem Hebelübersetzungsverhältniss gibt die Grösse der Enlastung des Hauptschiebers. Durch Verstellen des Gewichtes nach einwärts kann die Entlastung in beliebiger Weise vermindert werden, so dass der oben geschilderte Uebelstand, welcher namentlich beim Anlassen der leeren — von der Wassersäulenmaschine bethätigten — Pumpen grell hervortritt, bei dieser Einrichtung vermieden werden kann.

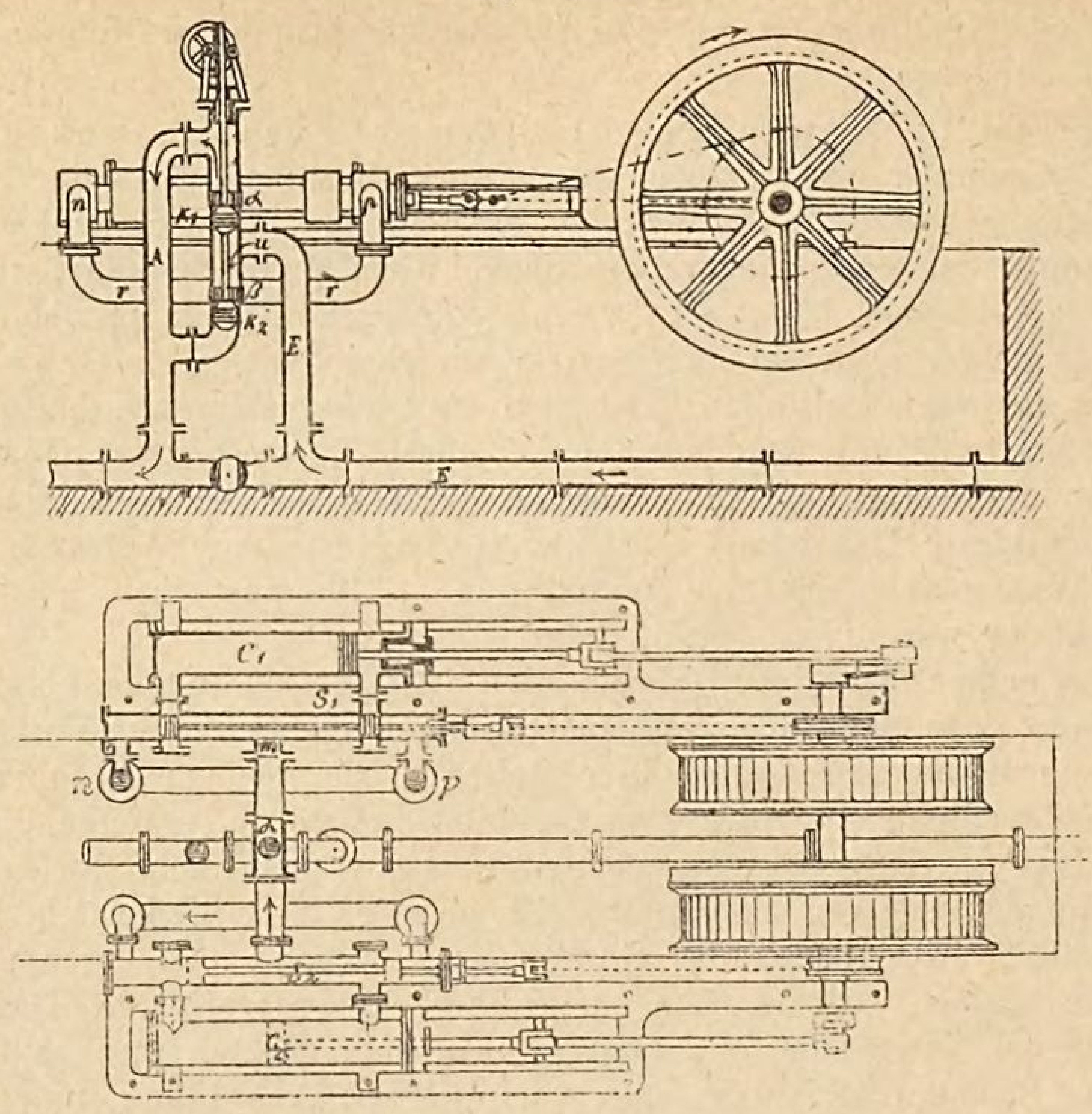
Im Allgemeinen hat die Erfahrung den Schiebersteuerungen bei den Wassersäulenmaschinen gegenüber den Kolbensteuerungen insoferne den Vorzug gegeben, als selbe in der Erhaltung sich billiger stellen. Die Schieberflächen nützen sich, reines und nicht sandiges Wasser vorausgesetzt, wenig ab, erzielen einen dichten Schluss, so dass die hiedurch verursachten Wasserverluste sehr geringe sind. Die Kolbensteuerungen bedingen eine öftere Erneuerung ihrer Lederdichtung und da sie des allmäligen Abschlusses des Gurgelrohres wegen ganz eigenthümlich construirt werden müssen, verursachen sie grössere Wasserverluste. Dagegen kann die Entlastung bei Anwendung von Steuerkolben sehr einfach durchgeführt werden, wogegen eine Schieberentlastung eine complicirtere Anordnung und gewöhnlich auch eine vermehrte Anzahl von Stopfbüchsendichtungen erforderlich macht.

Auch Ventilsteuerungen sind bei den Wassersäulenmaschinen wiederholt zur Anwendung gekommen, wobei je ein separates Ein- und Auslassventil angeordnet wurde und meistens Glockenventile in Benützung standen. Die Vorsteuerung geschah dabei durch Kolben. Die Ventilsteuerung gestattet in Folge der getrennten Ein- und Auslassorgane eine grössere Geschwindigkeit des Treibkolbens bis zu 0·6 und selbst 0·7^m und eine compendiösere Anordnung der Maschine. Doch ist es schwer die Ventile dauernd dicht zu halten.

Eine ältere Anordnung einer Rotationswassersäulenmaschine ist durch Skizze Fig. 5410 dargestellt. Die Einrichtung ist für bergbauliche Förderungszwecke bestimmt, daher eine Umsteuerung für den beiderseitigen Drehungssinn der Fördertrommeln (Treibkörbe) vorhanden sein muss.

Es sind hier zwei Treibcylinder C_1 und C_2, deren Kolben in bekannter Weise auf zwei unter 90° versetzte Kurbeln der Treibkorbwelle arbeiten. Die Steuerungscylinder s_1 und s_2 sind durch Gurgelröhren mit den beiden Cylinderenden in Verbindung, so dass das Kraftwasser abwechselnd zu beiden Seiten der Treibkolben (Scheibenkolben) wirken kann, was nothwendig ist, weil die Maschine doppeltwirkend sein muss. Jeder Steuerungscylinder hat drei nach einwärts liegende Rohransätze m, n und p, welche in entsprechender Weise mit dem Umsteuerungscylinder U verbunden sind. Letzterer ist für beide Maschinen in der Mitte vertical angeordnet, er enthält die beiden an gemeinschaftlicher Stange sitzenden Umsteuerungskolben K_1 und K_2 und steht durch eine rechteckige Oeffnung α mit m und den Steuercylinder S_1 resp. S_2 in Verbindung. Andererseits communiciren die Ansätze n und p durch den unten liegenden Rohrstrang r und die rechteckige Oeffnung β ebenfalls mit dem Umsteuerungscylinder, in welchen ungefähr in der Mitte das Injectionsrohr E mündet, während oben und unten die Abflussleitung A abzweigt. Die Hauptsteuerung wird durch je zwei an gemeinschaftlicher Stange sitzende Steuerkolben besorgt, deren Antrieb von je einem auf der Hauptwelle befestigten, um 90° gegen die betreffende Kurbel verstellten Excenter erfolgt. Bei der in der Skizze Fig. 5410 gezeichneten Stellung befindet sich der eine Treibkolben am Ende seines Hubes, die zugehörigen Steuerkolben schliessen die Gurgelröhren momentan ab. Dreht sich die Welle weiter, so werden die Steuerkolben weiter nach links verschoben und das Einfallwasser kann nunmehr durch E in den Umsteuerungscylinder gelangen, von hier durch die Oeffnung β und den Rohrstrang r nach p in den Steuercylinder eintreten, wo es den Weg durch das rechte Gurgelrohr in den Treibcylinder offen findet. Der Treibkolben wird nach links geschoben, das vor ihm befindliche Abflusswasser kann durch das linke Gurgelrohr in den Steuercylinder und durch die Oeffnung α in den Umsteuerungscylinder treten, von wo es nach aufwärts gehend

Fig. 5410.



Rotations-Wassersäulenmaschine.

in die Abfalleitung *A* gelangt. Aehnlich vollzieht sich der Weg des Wassers beim Rechtsgange des Treibkolbens. Hierbei läuft die Kurbel oder Welle der Maschine im rechtsgängigen Sinne (wie der Zeiger einer Uhr). Soll nun die Umsteuerung erfolgen, so müssen die Umsteuerungskolben durch den in der Fig. 5310 angedeuteten Zahnstangenmechanismus so weit gehoben werden, dass die Mündungen α und β unter je einem derselben sich befinden. Das Einfallwasser tritt alsdann durch α und m in der Mitte des Steuercylinders ein, während das Abfallwasser durch n, resp. p nach r und durch β in die Abflussleitung gelangt. Nunmehr erfolgt der Eintritt des Kraftwassers und der Austritt desselben rücksichtlich des Treibcylinders in umgekehrter Anordnung gegen früher und die Maschine muss sich linksgängig bewegen. Durch Heben und Senken, der übrigens vollständig entlasteten Umsteuerungskolben erfolgt sonach die Umsteuerung der Maschine.

Von principieller Wichtigkeit erscheint bei der Kolbensteuerung für Rotationsmaschinen folgender Umstand. Durch den Kurbelmechanismus ist der Hub des Treibkolbens vollständig begrenzt und sonach muss der Steuerkolben das Gurgelrohr genau in dem Momente abschliessen, in welchem der Treibkolben am Hubende anlangt. Ein früheres Abschliessen des Gurgelrohres würde in Folge der Unelasticität des Wassers entweder einen Cylinderbruch oder einen Stillstand der Maschine zur Folge haben. Die obige Bedingung wird erreicht durch Versetzen des Excenters um genau 90° gegen die Maschinenkurbel und weiters dadurch, dass der Steuerkolben keine Deckungen erhält, das heisst, dass seine Länge genau gleich der Breite des Gurgelrohres gemacht wird. Hiedurch wird der regelrechte Gang der Maschine vollständig gesichert, denn mit dem Anlangen des Treibkolbens am Hubende (Kurbel im todten Punkte) ist die Einströmungsperiode zu Ende, der Steuerkolben sonach in seiner mittleren Stellung, er schliesst das Gurgelrohr ab, indem seine Kanten mit jenen des Gurgelrohres zusammenfallen. Dreht sich die Maschinenkurbel weiter, so erfolgt sofort durch die Bewegung des Steuerkolbens die Eröffnung nach der Ausströmung und der Treibkolben kann ungehindert seinen Rückgang beginnen.

Die Ausführung des Steuerkolbens ohne Deckungen hat indess eine sehr missliche Seite und diese besteht darin, dass in Folge des Zusammentreffens der

eminenten Kanten (wie oben erwähnt) und der hiedurch eintretenden Undichtheiten ein Ueberströmen des Kraftwassers direct in die Abfalleitung eintreten wird, wodurch ganz bedeutende Betriebswasserverluste bedingt werden können. In Fällen der knappen Bemessung des Betriebswassers kann dieser Umstand entscheidende Bedeutung erlangen. Aber auch der hier nahezu momentan eintretende Wechsel in der Pressung auf den Treibkolben und der gleichzeitig eintretende Hubwechsel erzeugt Stösse, welche die Anwendung grösserer Tourenzahlen resp. höherer Geschwindigkeiten unmöglich machen.

Um diesen Uebelständen vorzubeugen, hat man in neuerer Zeit die Rotationsmaschinen mit Steuerkolben, welche Deckungen besitzen, ausgeführt und ist zu ganz entsprechenden Resultaten gekommen. Erhält der Steuerkolben eine grössere Länge als die Breite des Gurgelrohres beträgt, so muss, wenn der Beginn der Ein- oder Ausströmung mit der jeweiligen Todtlage der Kurbel zusammenfallen soll, das Steuerungsexcenter einen Winkel von mehr als 90° (90° + dem Voreilwinkel) mit der Maschinenkurbel einschliessen. In Folge dessen erfolgt aber auch der Schluss der Einströmung früher, bevor nämlich der Treibkolben seinen Hub vollendet hat und das gleiche gilt von der Ausströmung. — Ist aber die Einströmung durch erfolgtes Abschliessen des Gurgelrohres zu Ende, so hört nunmehr jede Pressung auf die Hinterseite (Arbeitsseite) des Kolbens auf. Das im Cylinder eingeschlossene, von der Wassersäule getrennte Betriebswasser fällt wie todt nieder und beim Weiterschreiten des Kolbens müsste hinter demselben ein Vacuum in dem vom Wasser nicht ausgefüllten Raum entstehen. Da nun auf der Gegenseite Ausströmung stattfindet, so müsste der dort herrschende atmosphärische Druck mindestens eine Verzögerung der Kolbenbewegung hervorbringen. Aehnliches erfolgt auf der Gegenseite des Kolbens während der Ausströmungsperiode. Da diese in Folge der Deckung vor erreichter Todtlage der Kurbel zu Ende ist, so müsste beim Weiterschreiten des Treibkolbens eine förmliche Compression des im Cylinder eingeschlossenen Wassers bis zum Hubwechsel erfolgen, welche aber selbstverständlich unmöglich ist.

Um nun diese beiden Phasen, welche ähnlich dem Vorgange bei Dampfmaschinen der Expansions- und Compressionsperiode (durch den einfachen Schieber) entsprechen, unschädlich zu machen, ordnet man am Gurgelrohre seitwärts einen kleinen Ventilkasten an, der dieselbe Einrichtung zeigt, wie bei einer Saug- und Druckpumpe. Es sind in demselben zwei Ventile angeordnet. Unten liegt das Saug-, oben das Druckventil; zwischen beiden findet die Communication mit dem Gurgelrohre statt. Unterhalb des Saugventiles stellt eine gering dimensionirte Röhre die Verbindung des Ventilkastens mit der Abflussrohrleitung der Wassersäulenmaschine her, während oberhalb des Druckventiles der Ventilkasten durch eine kleine Rohrleitung mit dem Wassereinfallrohre verbunden ist.

Soll nun im Treibcylinder in Folge der Deckung des Steuerkolbens das Vacuum eintreten, so öffnet sich durch den äusseren atmosphärischen Druck das Saugventil und in den Cylinder tritt Wasser aus der Abflussleitung. Beiderseits des Treibkolbens herrscht nunmehr gleicher Druck und der Cylinder wird voll gefüllt. Anderseits wird am Ende der Ausströmungsperiode statt der unmöglichen Compression das vor dem Kolben befindliche Wasser durch das Druckventil in die Einfalleitung gedrückt. Ausserdem ordnet man gerne am besagten Ventilkasten noch einen kleinen Windkessel an, wodurch das Hinüberdrücken in die Einfalleitung unter dem Einflusse der im Windkessel befindlichen Luft elastisch erfolgt.

So ausgestattete Wassersäulenmaschinen sind in neuerer Zeit mehrfach (beispielsweise am Rudolfsschachte zu Bleiberg in Kärnthen), namentlich für Förderungsanlagen beim Bergbau, in Anwendung gekommen und haben sich gut bewährt. Es wurden anstandslos Kolbengeschwindigkeiten von 0·4 und 0·5^{m} per Secunde und 12 bis 15 Touren pr. Minute erreicht. Selbstverständlich werden

die Deckungen nur gering dimensionirt, um die Dauer der Vacuum- und der Druckperiode klein zu erhalten.

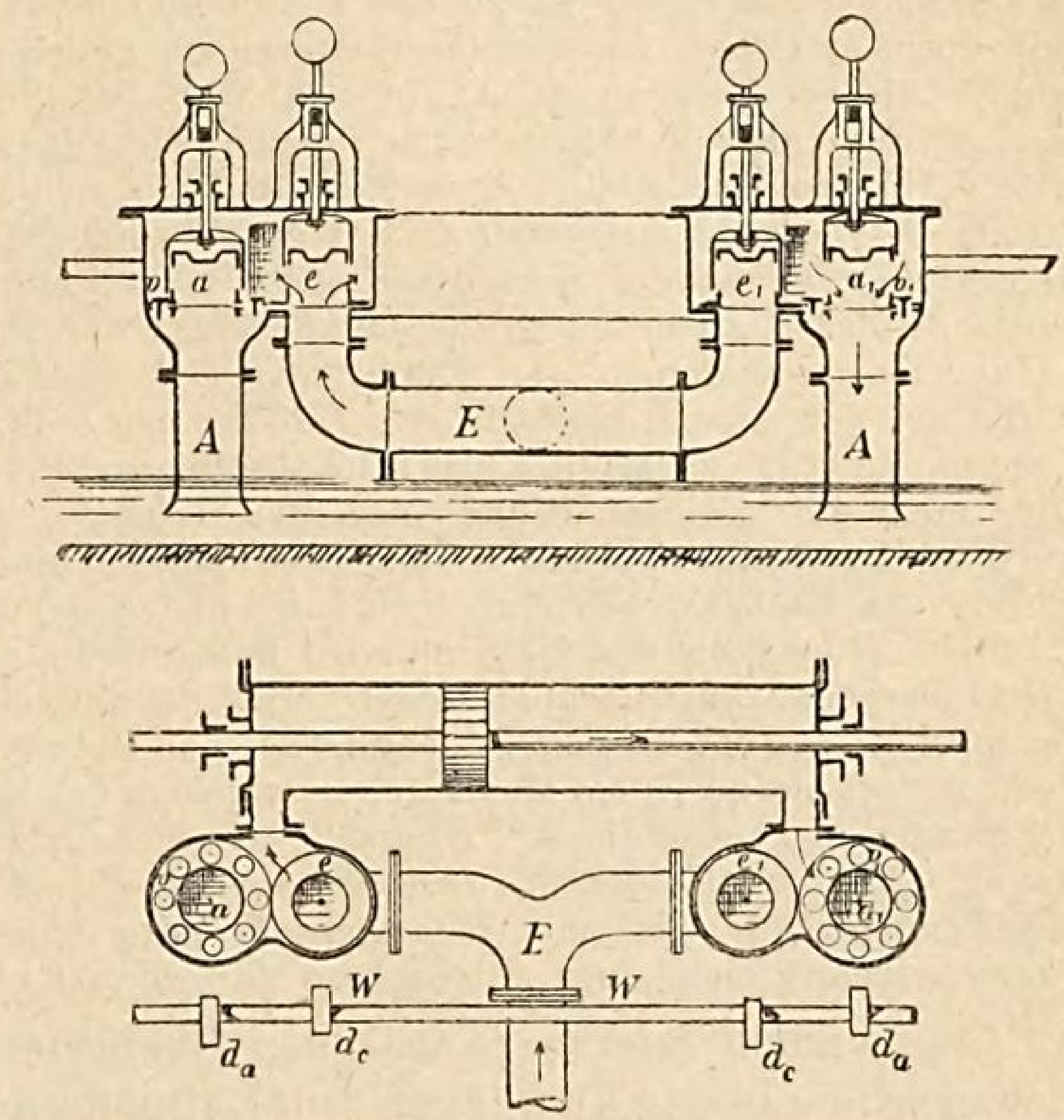
Die in obiger Figur 5410 dargestellte Art der Umsteuerung mittelst entlasteter Kolben und Vertauschung des Ein- und Austrittes des Injectionswassers, besitzt vor allem den Nachtheil, dass bei gut dichtenden Kolben der Reibungswiderstand an den Cylinderwänden bedeutend ausfällt. Zur Umsteuerung ist deshalb entweder ein grösserer Kraftaufwand nöthig oder bei Anordnung eines entsprechend sich umsetzenden Vorgeleges erfolgt dieselbe nicht rasch genug. Schliessen aber die Umsteuerungskolben nicht dicht an ihren Mantelflächen, so können bedeutende Mengen des Injectionswassers direct in den Abfluss gelangen, also vollständig für jede Nutzleistung verloren gehen. Man war daher bestrebt eine andere von diesen Fehlern freie Umsteuerung in Anwendung zu bringen und ergab sich diese sehr einfach in der Benützung der Coulissensteuerung für Wassersäulenmaschinen. Die Anordnung erfolgt in ähnlicher Weise wie bei den Dampfmaschinen mit beiderseitigem Drehsinn. An der Kurbelwelle sitzen zwei Excenter (das Vorwärts- und das Rückwärtsexcenter) in der bekannten symmetrischen Lage gegen die Maschinenkurbel. Die Excenterstangen fassen mit ihren Enden die Coulisse, welche entsprechend aufgehangen ist. Der in der Coulisse liegende Stein oder Glutscher ist durch eine Stange mit der Kolbenstange der Steuerkolben gelenkig verbunden und kann mit Hilfe des Reversirhebels vom Stande des Maschinenwärters aus in der Coulisse gehoben oder gesenkt werden, wodurch entweder das Vorwärts- oder das Rückwärtsexcenter zur Führung der Kolbensteuerung bestimmt wird. Die Umsteuerung erfolgt hierbei rasch und präcis durch Handhabung des Reversirhebels und ist diese Anordnung der früheren entschieden vorzuziehen.

Wassersäulenmaschinen für variable Leistungen. Bei den bis nun behandelten Constructionen ist die Leistung bei vollständig geöffneter Tagpiepe stets ein und dieselbe. Bei verringertem Widerstand kann sonach nur durch die Drosselung des Injectionswassers die nöthige Gleichheit zwischen producirter und consumirter Arbeit geschaffen werden, und demnach erfordern die vorgenannten Systeme stets gleiche Wassermengen für verschiedene Leistungen der Maschinen. Es lag nun die Idee nahe, der Wassersäulenmaschine eine solche Einrichtung zu geben, bei welcher die Leistung mit der verbrauchten Wassermenge in rationeller Weise zusammenhängt. Die Drosselung des Wassers vernichtet einen Theil seiner Pressung und ist darum als unökonomisch anzusehen. Die variable Leistung einer Wassersäulenmaschine kann nun erzielt werden entweder durch variable Füllung des Treibcylinders mit dem Injectionswasser oder durch Veränderung des Hubes. Es ist selbstverständlich, dass hierbei Rotationsmaschinen vorausgesetzt werden. Füllt man den Treibcylinder nicht vollständig, sondern nur während eines bestimmten Theiles des ganzen Kolbenweges, so fällt nach erfolgtem Abschluss der Injection das im Cylinder befindliche Wasser todt nieder und es muss zur Vermeidung eines Vacuums während des noch übrigen Theiles des Kolbenhubes entweder Wasser aus der Abflussleitung angesaugt werden, oder es muss eine theilweise Füllung des Cylinders mit comprimirter und sodann wieder expandirender Luft stattfinden. Beide Methoden sind üblich und bei vielen Motoren in Ausführung gekommen. Während der Injectionsperiode muss natürlich das Schwungrad so viel lebendige Kraft aufnehmen, als zur Weiterbewegung des ganzen Mechanismus nach erfolgtem Abschluss bei möglichst gleichförmiger Geschwindigkeit nothwendig ist.

Die erste Methode wird schematisch durch die Einrichtung einer Wassersäulenmaschine nach Fig. 5411 repräsentirt. Der Treibcylinder ist an jedem Ende durch die Gurgelrohre mit je einem Ventilkasten verbunden, in welchem einerseits die Injectionsleitung E, anderseits die Abflussröhren A münden. Letztere müssen im abfliessenden Wasser bis zu einer gewissen Tiefe tauchen. Für den Ein- und Austritt des Wassers sind auf jeder Cylinderseite je ein Einströmventil (e und e_1) und je ein Ausströmventil (a und a_1), welche als Glocken- oder

Zweisitzventile construirt sind, angeordnet. Das Heben derselben kann von einer Steuerwelle w besorgt werden, welche von der Hauptwelle der Maschine angetrieben wird und gleiche Tourenzahl mit dieser besitzt. An der Steuerwelle sind die Daumen d_e und d_a angebracht, welche (in der Figur nicht gezeichnete) Hebeln bewegen, wodurch die Ventile im geeigneten Momente gehoben oder gesenkt werden. Rings um den Sitz des Auslassventiles sind noch eine Reihe kleiner Ventile v angedeutet, welche von unten nach oben sich öffnen. Bei der Darstellung in nebenstehender Figur bewegt sich der Treibkolben von links nach rechts, das linke Eintritts- und das rechte Austrittsventil sind geöffnet, es findet also links noch Injection statt. Wird nun das Eintrittsventil e geschlossen, bevor der Kolben sein Hubende erreicht hat, so werden sofort die kleinen Ventile (Vacuumventile genannt) v sich öffnen und Wasser aus der Abflussleitung in den Cylinder gesaugt werden. Die hiedurch erreichten Vortheile sind bereits früher zur Besprechung gelangt. Die Auslassventile werden im Momente des Hubwechsels oder kurze Zeit vorher geöffnet. Bereits früher wurde erwähnt, dass die Anordnung getrennter Ein- und Auslassorgane wie hier bei der Ventilsteuerung eine höhere Kolbengeschwindigkeit zulässt. Letztere kann indess noch weiter gesteigert werden, ohne einen stossweisen Gang befürchten zu müssen, wenn der Hubwechsel und der Beginn der Injection nicht zusammenfallen, sondern die Füllung kurze Zeit nach erfolgtem Hubwechsel eintritt.

Fig. 5411.

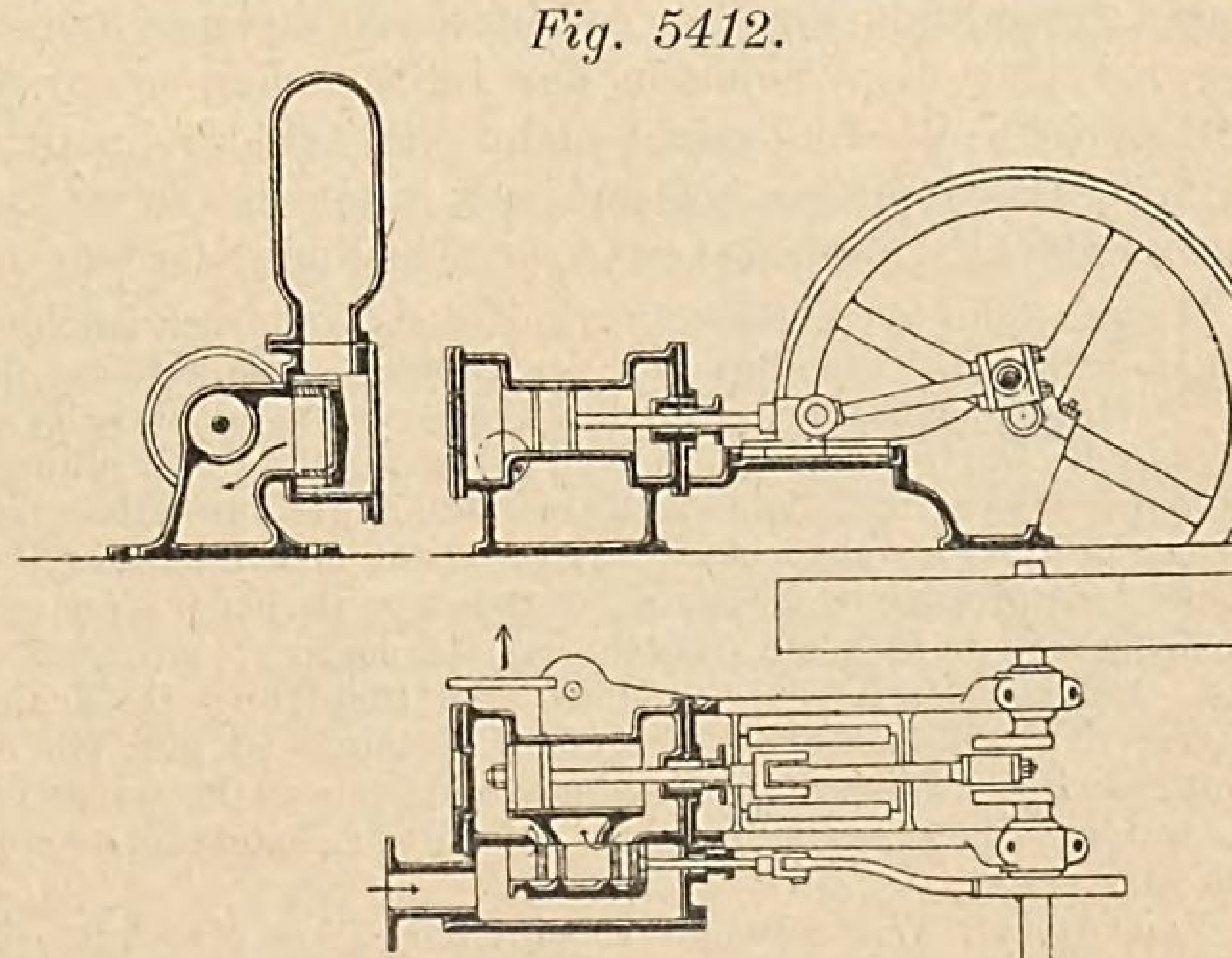


Wassersäulenmaschine mit Wasser-Ansaugung.

Eine schöne auf diesen Grundsätzen aufgebaute Construction zeigen die Wassersäulenmaschinen, welche von der Fabrik Körösi in Graz auf der Ostseite des Arlbergtunnels zum Betriebe einiger Compressoren aufgestellt wurden. Auf die Einzelnheiten dieser speciellen Construction kann hier indess nicht weiter eingegangen werden.

Die zweite der oben erwähnten Methoden ist bei der Wassersäulenmaschine von Ph. Mayer in Anwendung, deren Einrichtung aus der Fig. 5412 entnommen werden kann.

Fig. 5412.



Wassersäulenmaschine mit comprimirter Luft.

Der Treibcylinder ist auf beiden Seiten mit cylindrischen Erweite-

rungen versehen, welche als Luftkammern zur theilweisen Aufnahme comprimirter und alsdann wieder expandirender Luft dienen. Im Uebrigen gleicht die Maschine in ihrem constructiven Aufbau nahezu vollständig einer Dampfmaschine, wie aus der Skizze zu ersehen ist.

Der Schieberkasten nimmt seitlich das Injectionsrohr auf und zeigt am Schieberspiegel zwei seitliche Canäle, welche zu den Cylinderenden führen und in der Mitte einen Austrittscanal, durch welchen das Betriebswasser nach gethaner Arbeitsleistung in die Abflussleitung gelangt. Als Steuerorgan dient ein Schieber, bethätigt von einem an der Schwungradwelle sitzenden Excenter. Letzteres steht gegen die Maschinenkurbel unter einem Winkel von $(90 + \delta)$ [δ = Voreilwinkel etwa 20°] und der Schieber ist mit einer bestimmten äusseren und inneren Deckung ausgestattet. Hiedurch wird gerade so wie bei einer Dampfmaschinenschiebersteuerung auf der Austrittsseite ein vorzeitiger Abschluss des Austrittes und auf der Arbeitsseite des Kolbens ein früheres Absperren der Injection erreicht, bevor noch der Kolben am Hubende angekommen ist. Denkt man sich nunmehr die Maschine in Thätigkeit, so besitzt die auf der Austrittsseite in der Luftkammer befindliche Luft im Momente des Abschlusses die Spannung der äusseren Luft also absolut die Pressung einer Atmosphäre. Da nun der Kolben noch im gleichen Sinne bis zum Hubende weiter gehen muss, so muss diese Luft comprimirt werden, wobei sie — ein bestimmtes Volumen der Luftkammer vorausgesetzt — am Ende des Kolbenweges eine Spannung gleich der Pressung des Injectionswassers erreichen soll. Beim Rückgang des Kolbens wird nun auf dieser Seite Injection stattfinden und indem der Schieber den Eintrittscanal öffnet, tritt das Injectionswasser unter dem gleichen Druck der comprimirten Luft in den Treibcylinder, den Kolben vor sich herschiebend. Diese Füllungsperiode dauert bis zu jenem Momente, in welchem der Schieber (vermöge der äusseren Deckung) den Eintrittscanal abschliesst. Nunmehr kann kein Injectionswasser mehr in den Cylinder gelangen aber der Kolben wird unter dem Einflusse der früher comprimirten und nunmehr expandirenden Luft bis zum Hubwechsel weiterschreiten, bei welchem die Spannung der letzteren wieder gleich einer Atmosphäre geworden ist.

Man ersieht hieraus, dass das Charakteristische der Mayer'schen Wassersäulenmaschine in der Anordnung von Luftpuffern besteht, welche die hydraulischen Stösse bei der Bewegungsumkehr durch Vermittlung ihres elastischen Mediums mildern, Ungenauigkeiten in der Function der Steuerung beseitigen und grössere Kolbengeschwindigkeiten gestatten. Es ist auch leicht einzusehen, dass für eine bestimmte Füllung des Treibcylinders auch ein bestimmtes Volumen der Luftkammer vorhanden sein muss, wenn eine constante Spannung des Injectionswassers vorausgesetzt wird. Unter dieser Bedingung wird die Compressions- und Expansionsleistung gleich gross, es findet weder Gewinn noch Verlust statt, was eben von vorneherein beabsichtigt war. Die früher und noch gegenwärtig übliche Bezeichnung dieser Maschine als „Wassersäulenmaschine mit Expansion" ist deshalb falsch und unrichtig; man sollte sie vielmehr „Wassermotoren mit variabler Füllung" nennen. Denn die Veränderung der Füllung ist möglich innerhalb gewisser Grenzen und kann hiedurch der Wasserverbrauch der verminderten Leistung mehr angepasst werden. Die Luftkammern müssen für die kleinere der beabsichtigten Füllung ausgemittelt werden. Arbeitet nun die Maschine mit einer anderen Füllung als jene, welche dem Volumen der Luftkammer entspricht, so wird am Ende der Austrittsperiode die Luft nicht mehr bis auf die Spannung des Injectionswassers comprimirt, das Injectionswasser muss nunmehr selbst den Druck erhöhen helfen, wodurch natürlich Verluste an Arbeit bedingt werden.

Mayer führt diese Maschinen meist als Volldruckmaschinen, welche aber nur 85 Proc. Füllung haben, aus. Die Variation der Füllung wird erreicht durch ein loses Excenter und eine feste Mitnehmerscheibe, oder durch Anordnung einer halben Coulisse und entsprechender Verstellung des Coulissensteines je nach der beabsichtigten Füllung, resp. Leistung der Maschine. Als Fördermaschine mit beiderseitigem Drehungssinne erhält sie alsdann eine gewöhnliche Coulissenanordnung, wobei beim Anlassen der Maschine der Reversirhebel ganz auszulegen und dann entsprechend zurückzuziehen ist je nach der verlangten Leistung, resp. Füllung. Am Schieberkasten wird ein Windkessel angeordnet, um jene hydraulischen Stösse auszugleichen, welche durch den Abschluss der Steuerung im Schieberkasten entstehen. Dieser Windkessel muss immer mit Luft gefüllt sein und ist hier ein eigenes Detail angeordnet, um eine nothwendige Erneuerung derselben eintreten zu lassen. Desgleichen muss Vorsorge getroffen werden, dass auch in den Luftkammern stets die genügende Quantität Luft vorhanden ist.

Von grosser Wichtigkeit erscheint bei dieser Maschine die Entlastung des Schiebers. Die Eintrittscanäle müssen in ihrem Querschnitt sehr gross gehalten werden, die Schieberdimensionen werden in Folge dessen bedeutend und demnach auch der zur Ueberwindung der

Schieberreibung nothwendige Effect gross. Die Entlastung des Schiebers ist sonach nothwendig, um diesen Effectsverlust auf ein Minimum zu reduciren, wodurch auch eine geringe Abnützung erzielt wird. Aus der obigen Skizze ist zu ersehen, dass der Schieber von einer festen Platte überdeckt wird, welche durch Stege seitwärts auf dem Schieberspiegel sitzt und den Schieber wie in einem Tunnel sich bewegen lässt. Natürlich ist diese Vorrichtung nur dann wirksam, wenn die Stege der Ueberdeckungsplatte genau auf die gleiche Höhe mit dem Schieber abgeschliffen sind. Die Mayer'sche Wassersäulenmaschine besitzt nach mehrfachen Bremsversuchen einen Wirkungsgrad von 80 bis 85 Proc. Sie hat vielfache Anwendung gefunden, so im Bergbau als Wasserhaltungs- und Fördermaschine, zum Antriebe von Ventilatoren, in mit Hochdruckleitungen versehenen Städten als Motor für Aufzüge, zum Antriebe von Arbeitsmaschinen im Kleingewerbe etc. Eine der grossartigsten Ausführungen dürften wohl die Maschinen dieses Systems sein, welche beim Bau des Arlbergtunnels auf der Ostseite desselben zum Antriebe der Compressoren Verwendung gefunden haben. Die Wasserpressung betrug hierbei 13·7 Atmosph., der Treibcylinder hatte 450^{mm} Bohrung und 1000^{mm} Hub und arbeiteten die Maschinen mit 60 bis 80 Proc. Füllung.

Wassersäulenmaschine von Winter und Körösi. Um die Tourenzahl selbstthätig reguliren, respective bei veränderter Leistung constant erhalten zu können, hat Winter eine Regulatorsteuerung für Wassersäulenmaschinen angegeben, welche von Körösi in Graz mehrfach ausgeführt wurde. Das Principielle dieser Construction besteht kurz in Folgendem:

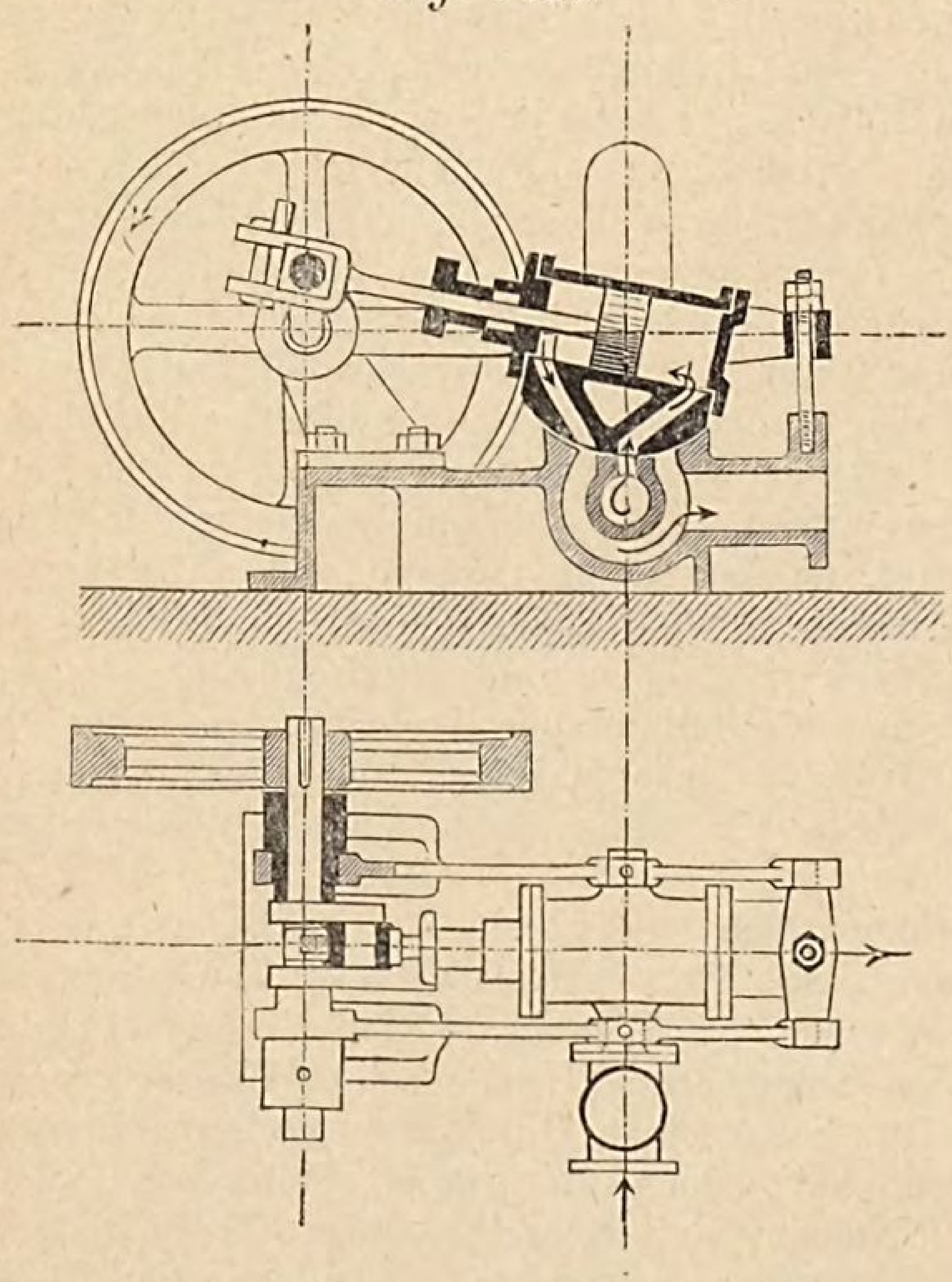
Die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens im Treibcylinder wird auf eine Schwungradwelle übertragen. Die Steuerung ist eine Kolbensteuerung von einem Excenter bewegt. Der Eintritt des Injectionswassers in den Steuercylinder erfolgt aber nur zeitweise und zwar dann, wenn die Geschwindigkeit unter die normale gesunken ist oder gleich der normalen ist. Sobald die Geschwindigkeit das normale Mass übersteigt, schliesst sich die Einströmungsöffnung für den Zutritt des Injectionswassers in den Steuercylinder ganz, während sie im gegentheiligen Falle vollständig offen gehalten wird, so dass keine Drosselung des Wassers eintreten kann. Das Oeffnen und Schliessen in dem angezogenen Sinne erfolgt durch Kolben, welche durch ein Klinkenwerk von einem Centrifugalregulator aus, ihre Bethätigung erhalten. Hier erfolgt also Vollfüllung des Treibcylinders, aber nicht bei jedem Kolbenhub, sondern alternirend nach Massgabe der lebendigen Kraft des Schwungrades. Ein ruhiger, stossfreier Gang lässt sich bei diesem System nicht erwarten.

Es wurde bereits oben erwähnt, dass die variable Leistung einer Wassersäulenmaschine auch durch Veränderung des Hubes erreicht werden kann. Hiedurch erfolgt bei constanter Tourenzahl eine Verminderung der Geschwindigkeit und damit auch der abgegebenen Leistung. Der Wasserverbrauch wird der Leistung proportional. Die constructive Durchführung dieses Principes ist wohl vielfach versucht worden, hat jedoch für grössere Motoren zu keinem entsprechenden Resultate geführt. Namentlich der selbstthätigen Regulirung des Hubes entsprechend der verlangten Leistung setzen sich bedeutende constructive Schwierigkeiten entgegen.

Die Wasserdruckmaschine als Kleinmotor entstand aus dem Bedürfniss in, mit Hochdruckwasserleitungen versehenen Städten dem Kleingewerbe einen, in der Anlage möglichst einfachen, leicht aufzustellenden und leicht zu bedienenden Motor von entsprechend geringen Effectsleistungen zu beschaffen. Der Gedanke hiezu, die motorische Kraft des Wassers solcher städtischer Hochdruckleitungen zu benützen, lag wohl sehr nahe und erfuhr seine Realisirung theils in der Anwendung kleiner, für diesen Zweck construirter Turbinen (siehe pag. 378), theils in der Construction geeigneter Wassersäulenmaschinen, von welchen eine Reihe verschiedener Typen mit dem steigenden Bedürfniss des Kleingewerbes allmälig entstanden sind. Turbinen und zwar Partialturbinen erweisen sich für diesen Zweck wegen der verhältnissmässig grossen Wasserverluste nicht sehr geeignet und sind die Wassersäulenmaschinen im Allgemeinen weitaus vorzuziehen. Sie werden in der Anlage und im Betriebe um so billiger, je höher die Pressung des Injectionswassers ist. Der allgemeinen und durchgreifenden Verbreitung dieser Art Kleinmotoren stehen aber in manchen Städten noch die hohen Wasserzinse entgegen, welche für den Bezug des Betriebswassers zu entrichten sind.

Alle hieher gehörigen Wasserdruckmotoren sind doppeltwirkend und als Rotationsmaschinen construirt. Dabei suchte man die Einrichtung derart zu treffen, dass Kolbengeschwindigkeiten von mindestens 0·6^{m} möglich wurden, um eine grössere Tourenzahl und bequeme Uebersetzungsverhältnisse für die weitere Transmission zu erhalten, sowie den Gang der Maschine ruhig und stossfrei zu gestalten. Principiell erscheint es wichtig, die Motoren derart einzurichten, dass der Wasserverbrauch mit der etwa zu vermindernden Leistung abnimmt. Doch erscheint dies nur bei den Constructionen der Wassersäulenmaschinen nach Philipp Mayer und nach Winter erreicht. Diese beiden Systeme finden ebenfalls als Kleinmotoren Anwendung; unter den sonstigen verschiedenen Typen hieher gehöriger Motoren ist die Wasserdruckmaschine von A. Schmid wahrscheinlich die verbreitetste. Die Einrichtung des Schmid'schen Motors ist aus Fig. 5413 zu entnehmen, aus welcher ersichtlich ist, dass der Treibcylinder beim Gange der Maschine eine oscillirende Bewegung annimmt. Der Cylinder besitzt eine cylindrische Gleitfläche, in welche die beiden zu den Cylinderenden führenden Canäle münden und hat zwei seitlich angeordnete Zapfen, deren Achse mit jener der Gleitfläche zusammenfällt. Die Zapfen lagern in zwei Hebeln, welche sich charnirartig mit ihren Augen über das Lager der Maschinenwelle legen, am anderen Ende aber durch eine Druckschraube die Fixirung gegen das Maschinenbett herbeiführen. Das Bett enthält den Steuerungskasten, an welchem sich die Rohransätze für die Injections- und für die Abfalleitung befinden, nach oben hin aber schliesst derselbe mit einem zur Zapfenachse concentrischen cylindrischen Schieberspiegel ab, welcher die Mündungen von drei Canälen zeigt. Der mittlere Canal communicirt mit der Injectionsleitung, die beiden anderen aber mit der Abflussleitung. Auf diesem cylindrischen Schieberspiegel lagert sich die hiezu concentrische Gleitfläche des Cylinders und da die Kolbenstange des Treibkolbens direct in die Kurbelkröpfung der Schwungradwelle eingehängt ist, oscillirt der Cylinder bei der Bewegung der Maschine hin und her. Hierdurch erfolgt aber gleichzeitig die Selbststeuerung der Maschine in überaus einfacher Weise, indem die Canäle des Schieberspiegels in richtiger Weise mit den Cylindercanälen in Communication treten. Mit Hilfe der früher erwähnten Druckschraube kann der genügend dichte Schluss der Gleitflächen an einander hergestellt werden ohne Wasserverluste eintreten zu lassen. Vom Schwungrade kann sodann durch Riementransmission der Effect weitergeleitet werden. Die Stösse der Maschine, namentlich am Hubwechsel werden durch Anordnung eines Windkessels von entsprechender Grösse an der Injectionsleitung beseitigt. Die Ausführung dieser Schmid'schen Motoren ist eine vorzügliche, weshalb dieselben auch eine grosse Verbreitung rasch gewonnen

Fig. 5413.



A. Schmid's Wasserdruckmaschine.

haben. Sie werden in sehr verschiedenen Grössen von 40 bis 300^{mm} Cylinderdurchmesser und 60 bis 400^{mm} Hub gebaut. Die Kolbengeschwindigkeit beträgt 0·6^{m}, der anzuwendende Wasserdruck 2 bis 10 Atmosphären und nach vielfach vorgenommenen Versuchen kann auf einen Wirkungsgrad von 75 Proc. der absoluten Leistung gerechnet werden. Wird das Schwungrad von einem anderen Motor angetrieben, so kann die Maschine auch als Pumpe benützt werden. Die minimalsten Ausführungen hat A. Schmid seinem Motor zum Zwecke des Antriebes von Nähmaschinen gegeben. Ein solches Maschinchen von 25^{mm} Cylinderbohrung und gleichen Hub bethätigt bei einer Wasserpressung von 2·5 Atm. ein bis zwei Nähmaschinen. Die Einrichtung dieser Mikromotoren ist principiell dieselbe wie bei den grösseren Motoren, nur zeigen sie eine durch die Grössenverhältnisse bedingte veränderte Construction. Die einfache Construction, welche die Schmid'schen Motoren besitzen, ermöglichen auch eine verhältnissmässige billige Herstellung derselben.

In der Praxis finden wir ausser der Schmid'schen Construction noch eine Reihe von Wasserdruckmotoren hauptsächlich für kleine Effecte bestimmt, welche auf dem gleichen Principe der oscillirenden Cylinder basirt sind. So besitzt der Wassermotor von Haag eine ähnliche Einrichtung, die Wasserzu- und Ableitung für den Treibcylinder erfolgt aber durch die hohlen Zapfen desselben. Der Wassermotor von Kiefer und Engelmann besitzt zwei oscillirende Cylinder, welche an einer vertical darüber gelagerten Welle mit doppelter unter 90° verstellter Kröpfung mit ihren Kolbenstangen angreifen und wobei die Steuerung ebenfalls durch die hohlen Drehzapfen der Cylinder besorgt wird.

Der Motor von Wyss und Studer zeigt oscillirende Cylinder, die Steuerung erfolgt seitwärts durch plane Schieberspiegel und den darin einmündenden Canälen.

Endlich möge hier noch des Wassermotors von Schaltenbrand, speciell für Nähmaschinenbetrieb construirt, Erwähnung geschehen. Diese sinnreiche Construction besteht ebenfalls in einem oscillirenden Cylinder mit Hahnsteuerung, welche in dem einen Oscillationszapfen angeordnet ist. Um die Leistung der jeweiligen Näharbeit in Bezug auf Stichzahl anzupassen ist eine Hubregulirung von Hand aus vorhanden. Das ganze Maschinchen ist überaus compendiös construirt, lässt sich leicht an jeder Nähmaschine direct anbringen und mit der Rohrleitung einer Hochdruckleitung verbinden. Das Hauptgewicht ist dabei auf eine möglichst rationelle Oekonomie mit dem Betriebswasser gelegt. Die Construction empfiehlt sich für den angegebenen Zweck in vorzüglichster Weise.

Literatur über Wassersäulenmaschinen. Schitko, Beiträge zur Bergbaukunde. — Weissbach-Hermann, Ingenieur-Mechanik. — Geratner, Handbuch der Mechanik. — Rühlmann, allgemeine Maschinenlehre I. Bd. — Ritter von Hauer, die Wasserhaltungsmaschinen der Bergwerke. — Musil, die Motoren für das Kleingewerbe. — Glynn, Finatise on power of water etc. Ausserdem in der periodischen Literatur zahlreiche Aufsätze. Professor *R. Böck.*

Wassermörtel, s. m. hydraulischer Mörtel, s. b. Cement II pag. 273 und 286.

Wassernase (*goulotte — dripe nose*), s. Gesims III pag. 762 und Sohlbank VIII pag. 299.

Wasserofen (*water furnace*) nannten J. Whelpley und J. Storer einen von denselben construirten Röstofen für kiesige Erze (geschwefelte Gold- und Silbererze und arme Kupfererze), in welchen die Röstung durch Hindurchblasen des staubförmigen Erzes und Kohlenstaub durch die Flamme und Auffangen des Röstproductes in einem Wasserbassin betrieben wurde, vgl. Dingl. pol. Journ. 185 pag. 285. *Gtl.*

Wasseropal, s. m. Adular, s. Orthoklas VI pag. 444, z. Th. a. s. m. Hydrophan IV pag. 456.

Wasserpresse. Eine durch Wasserkraft in Bewegung gesetzte Presse. *E.*

Wasserrad (*roue hydraulique — water-wheel*), s. Wassermotoren.

Wasserradgebläse, s. Gebläse III pag. 722.

Wasserregulator, s. Gebläse III pag. 723, s. Regulator VII pag. 342.

Wasserreservoir, Wasserbehälter, s. Wasserbau pag. 250 und Wasserleitung pag. 301.

Wasserröste (*rouissage à l'eau — water-retting, watering, steeping*), Wasserrotte, s. Flachs III pag. 512.

Wasserrotte, s. Wasserröste.

Wasserrübenöl, s. m. Rübsenöl, s. Oele fette VI pag. 404.

Wassersaphir, s. m. Dichroit II pag. 621.

Wassersäulengebläse, s. Gebläse III pag. 728.

Wassersäulenmaschine, s. Wassermotoren pag. 383.

Wasserschaufel, s. Erdarbeit III pag. 281.

Wasserschenkel, auch Wetterschenkel, s. Fenster III pag. 404.

Wasserschlag, Wasserschräge, die schräge Fläche bei Gesimsen am Aeussern der Gebäude, um das Regenwasser abzuleiten, s. Fenster III pag. 403 und Sohlbank VIII pag. 299. *Grhm.*

Wasserschluss, Wassersperre, ist der Abschluss einer Rohr- oder Canalleitung durch Wasser, um das Zurücktreten der Gase zu verhindern. S. Aborte I pag. 27, s. Wasserleitung pag. 302.

Wasserschnecke, s. Archimedische Schraube I pag. 190.

Wasserschräge, s. Wasserschlag.

Wasserschweflige-Säure, von Kraut vorgeschlagene Benennung für die hydroschwefelige Säure, s. d. b. Schwefel VIII pag. 74. *Gtl.*

Wasserseige, s. Bergbau I pag. 387.

Wasserspeier (*gargouille — gargoyle*), d. i. ein Dachrinnen-Ausguss, aus welchem das Wasser vom Gebäude abgeleitet wird. In der antiken Bauweise kommen meist Löwenköpfe, im Mittelalter, hauptsächlich in der Gothik, phantastische Thiergestalten zur decorativen Anwendung. *Grhm.*

Wassersperre, s. Wasserschluss.

Wasserstandsglas (*niveau d'eau — glass gauge*). Die Wasserstandsgläser sind jene communicirenden Gefässe, welche an Dampfkesseln zum Zwecke der Anzeige des Wasserstandes im Kessel angebracht sind. S. III pag. 85, Fig. 1308. Soll das Wasserstandsglas seine Aufgabe richtig erfüllen, dann ist nicht nur erforderlich, dass die Verbindungen mit dem Dampf- und Wasserraum offen sind, sondern es muss namentlich das Verbindungsrohr mit dem Dampfraume auch völlig dicht sein. Kommen bei längeren Verbindungsstutzen, welche z. B. eine Mauer durchsetzen, selbst nur geringfügige Undichtheiten vor, so kann der Dampfdruck im Wasserstandsglase etwas geringer als im Kessel sein. Die Wasserlinie im Glase wird schon bei $^1/_{200}$ Atm. Druckunterschied um 5^{cm} höher stehen als im Kessel. *Kk.*

Wasserstationen nennt man jene Stationen der Eisenbahnen, bei welchen die erforderlichen Vorrichtungen (Pumpen, Wasserthürme) zum Speisen der Locomotiven vorhanden sind. *E.*

Wassersteine (*pierres à l'eau — water-stones*), s. Schleifen VII pag. 696.

Wassersteine (*enhydros*) werden die namentlich in Uruguay sich häufiger findenden Chalcedonmandeln genannt, welche deutlich erkennbare Flüssigkeitseinschlüsse enthalten. *Gtl.*

Wasserstoff (*hydrogène — hydrogen*), brennbare Luft, entflammbare Luft, Symbol = H, Atomgewicht = 1. Einwerthiges Element aus der Gruppe der Metalloide, wurde schon im 16. Jahrhundert von Paracelsus bei Einwirkung verdünnter Säuren auf Eisen beobachtet, jedoch erst 1766 von Cavendish als eigenthümliche Gasart erkannt. Lavoisier bezeichnete den Wasser-

stoff, weil er zu Wasser verbrennt und wieder aus dem Wasser darstellbar ist (im Gegensatze zu den älteren Benennungen) als Hydrogène, welcher Name ins Deutsche mit Wasserstoff übertragen wurde.

Im freien Zustande kommt Wasserstoff in der Natur nur in geringer Menge vor. Er bildet sich bei der trockenen Destillation mancher organischer Substanzen, ferner bei manchen Gährungsprocessen, wie der Buttersäure-, Ameisensäure-, Glycerin-, Cellulosegährung, der schleimigen Gährung u. s. w. Er findet sich darum auch in vulkanischen Gasausströmungen (Bunsen, Pogg. Ann. 83 pag. 167; St. Claire Deville, Compt. rend. 55 pag. 75), ferner in jenen der pensylvanischen Petroleumquellen (Sadtler), in den Gaseeinschlüssen der Salze mancher Salzbergwerke, z. B. Stassfurt (Reichardt, Arch. d. Pharm. 103 pag. 374), Wieliczka (H. Rose, Pogg. Ann. 48 pag. 353), sowie in menschlichen und thierischen Darmgasen. Im Weltraume ist er ohne Zweifel in grosser Menge vorhanden und bildet wie die Spectraluntersuchung erkennen lässt, einen wesentlichen Bestandtheil der Atmosphäre der Sonne und der meisten Fixsterne; er wurde daher auch im verdichteten Zustande im Meteoreisen, wie jenem von Lenarto (Graham) und Virginien (Mallet) aufgefunden. Im gebundenen Zustande findet sich Wasserstoff als Bestandtheil des Wassers, dann in fast allen organischen Verbindungen, in kleineren Mengen vereinigt mit Chlor, Schwefel, Stickstoff, Phosphor, Kohlenstoff natürlich vor.

Wasserstoff ist ein farbloses, geruch- und geschmackloses Gas. Er ist der leichteste aller Körper. Sein specifisches Gewicht beträgt (atmosphärische Luft = 1) 0·06926 (Regnault), er ist also 14.435mal leichter als ein gleiches Volumen Luft. Ein Liter des Gases gemessen bei 0^0 C. und 760^{mm} Druck wiegt 0·089578 Gr. unter dem Breitegrade von Paris (unter jenem von Berlin 0·089608 Gr.).

Wasserstoff ist wegen seiner niedrigen kritischen Temperatur*) das am schwierigsten zu verflüssigende Gas. Seine Verflüssigung gelang im Jahre 1878 H. Pictet (Compt. rend. 86 pag. 106) und Cailletet (Compt. rend. 85 pag. 1720), s. a. Wroblewski (Compt. rend. 98 pag. 304, vgl. auch Olszewski, Compt. rend. 98 pag. 365). Pictet comprimirte Wasserstoff unter Kühlung mit flüssigem Stickoxydul auf —140^0 C. bis zu einem Drucke von 650^{at} und öffnete sodann den Hahn des Compressionsapparates. In Folge der durch die plötzliche Ausdehnung des hochcomprimirten Wasserstoffs erzeugten Temperaturerniedrigung wurde derselbe verflüssigt und trat in Form eines auf eine Länge von 12^{cm} undurchsichtigen Strahles von stahlblauer Farbe aus. Cailletet und Wroblewski erhielten nur Nebel und Tröpfchen von Wasserstoff. Cailletet und Hautefeuille leiten aus ihren Untersuchungen (Compt. rend. 92 pag. 901 und 1086) für die Dichte des flüssigen Wasserstoffs die Zahl 0·033 ab.

Wie alle schwer verdichtbaren Gase, so ist auch Wasserstoff wenig im Wasser löslich. Zwischen 0 und 20^0 C. fand Bunsen den Absorbtionscoefficienten des Wasserstoffs von der Temperatur unabhängig. Er beträgt innerhalb dieser Grenzen (bei 760^{mm} Barometerstand) 0·0193. In Alkohol ist Wasserstoff etwas mehr löslich und nimmt die Löslichkeit mit steigender Temperatur ab. 100 Volth. Alkohol lösen bei 0^0 C. 6·925 Volth. Wasserstoff auf; bis 25^0 löst 1 Volth. Alkohol $0{\cdot}06925—0{\cdot}0001487\,t + 0{\cdot}000001\,t^2$ Volth Wasserstoff (Bunsen, gasom. Meth. 2. Aufl. pag. 211).

Die specifische Wärme des Wasserstoffs bei constantem Drucke beträgt (die specifische Wärme des gleichen Gewichtes Wasser = 1 gesetzt) nach Regnault 3·4090. Uebrigens fand Regnault, dass bis zu einem Drucke von 12^{at} die specifische Wärme des Wasserstoffs unabhängig vom Drucke und der Temperatur ist. Die specifische Wärme des Wasserstoffs bei constantem Volum beträgt 2·4110. Von den an sich die Wärme schlecht leitenden Gasen ist Wasserstoff der beste Leiter. Für seine absolute Wärmeleitungsfähigkeit, bezogen auf Gramm, Centimeter und Secunde als Einheiten, berechnete O. E. Meyer den Werth 0·0003497 und Winkelmann fand ihn zu 0·0003324 (Graham-Otto, ausführl. Lehrb. d. Chem., Winkelmann, physik. Lehren pag. 355), Grätz (Ann. d. Phys. 14 pag. 232) fand die absolute Wärmeleitungsfähigkeit des Wasserstoffs (bezogen auf obige Einheiten) bei 0^0 zu 0·000319, bei 100^0 zu 0·0003693.

Auch das elektrische Leitungsvermögen des Wasserstoffes ist das grösste aller Gase.

Im Spectrum des Wasserstoffes finden sich vier helle Linien, u. z. eine rothe, eine grünblaue, eine blauviolette und eine violette. Die rothe und die grünblaue Linie sind besonders hell; die erstere fällt zusammen mit der Frauenhofer'schen Linie *C*, letztere mit der Frauenhofer'schen Linie *F*. Vogel (Jahrb. f. Chem. 1880, 228) fand ausser diesen Linien noch eine grössere Anzahl anderer.

Wasserstoff ist nicht im Stande das Athmen zu unterhalten und in reinem Wasserstoff erfolgt der Tod durch Erstickung wegen Mangels an Sauerstoff. Mit einer gewissen Menge Luft gemischt, lässt er sich jedoch ohne Nachtheil, auch ohne Unbequemlichkeit einathmen. Er unterhält nicht das Brennen, brennende

*) E. J. Mills (Chemic News 50 pag. 179) berechnete sie zu —215; vgl. auch S. v. Wroblewski, Chem. Centrbl. 1884 pag. 274, ferner S. Olszewski, Chem. Centrbl. 1884 pag. 307.

Körper erlöschen im Wasserstoff. Selbst ist er aber brennbar und brennt, entzündet, mit einer äusserst schwach leuchtenden Flamme. Beim Verbrennen unter einem Drucke von 10 At. wird seine Flamme leuchtend (Frankland). Das Product der Verbrennung des Wasserstoffs ist Wasser. 1 Gr. Wasserstoff entwickelt bei seiner Verbrennung zu flüssigem Wasser von 0° C. 34462 Grammcalorien und bei seiner Verbrennung zu Wasserdampf von 100° C. 29629 Grammcalorien.

Ist der Wasserstoff mit Luft oder Sauerstoff gemengt, so erfolgt bei der Entzündung die Verbrennung plötzlich, durch die ganze Masse explosionsartig. Die Explosion ist am heftigsten, wenn Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältnisse, in dem sie sich zu Wasser verbinden, also 1 Vol. Wasserstoff mit 2 Vol. Sauerstoff gemengt sind. Dieses Gemisch wird Knallgas (Hydrooxygengas) genannt. Die Verbindung der beiden Gase unter Explosion erfolgt durch Berührung mit einer Flamme, durch glühendes Platin oder durch den elektrischen Funken. Mässigere Erhöhung der Temperatur bewirkt eine langsame Vereinigung. Platin und Palladium, welche die Eigenschaft haben, Gase auf ihrer Oberfläche zu condensiren, bewirken bei gewöhnlicher Temperatur eine anfangs langsame Vereinigung der beiden Gase, welche sich aber mit der Zeit so beschleunigt, dass sie oft mit einer Explosion endet. Beim Stehen des Gasgemenges für sich allein, bei gewöhnlicher Temperatur im Dunkeln, im directen Sonnen- oder zerstreutem Tageslichte erfolgt eine Vereinigung der Gase nicht. L. Ricciardi (Gazz. Chim. 14 pag. 20, Chemztg. 1884 pag. 453) fand entsprechend der Angabe von Luvini und entgegen jener von Silvestri, dass unter diesen Umständen eine selbst nur spurenweise Vereinigung nicht stattfindet.

Die Knallgasflamme liefert die höchsten erreichbaren Temperaturen und findet darum als intensive Wärmequelle Verwendung. Zur Erzeugung der Knallgasflamme dient das Knallgasgebläse (Hydrooxygengebläse). Knallgas, in einem Behälter angesammelt, kann nur dann ohne Gefahr einer Fortpflanzung der Entzündung in den Behälter und somit ohne Zertrümmerung desselben durch die Explosion entzündet werden, wenn man es aus einer sehr langen, engen Metallröhre ausströmen lässt, wobei die wärmeentziehende Wirkung des Metalls ein Zurückschlagen der Flamme verhindert. Gefahrlos lässt sich die Verbrennung ausführen, wenn man den Wasserstoff und Sauerstoff erst knapp vor der Verbrennung in einem etwas weiteren, mit Drahtnetzstücken ausgesetzten Metallrohr sich mischen lässt, welches in eine enge, lange Metallspitze ausgeht, an deren Ende das Knallgas entzündet wird, wobei wegen der engen Bohrung des Austrittsrohres die erhaltene Knallgasflamme sehr klein wird. Eine Flamme von beliebiger Grösse lässt sich erzeugen, wenn man, wie das zuerst von Maugham vorgeschlagen wurde, in eine Wasserstoffflamme Sauerstoff einströmen lässt. Bei dem Apparate von Maugham strömt das Sauerstoffgas aus einer Röhre aus, welche von einer zweiten umgeben ist, in welche seitlich das Wasserstoffgas eintritt. Diese beiden Röhren, welche in entsprechende Spitzen ausmünden, müssen in einander gut gedichtet sein. Man lässt zunächst Wasserstoff ausströmen, entzündet ihn und lässt hierauf Sauerstoff in entsprechender Menge in die Flamme eintreten. Bei einem Ueberschuss an Wasserstoff bläst und rauscht die Flamme, bei einem Ueberschusse an Sauerstoff pfeift sie, während die Verbrennung geräuschlos verläuft, wenn die beiden Gase im richtigen Verhältniss (d. h. auf 2 Thl. Wasserstoff 1 Thl. Sauerstoff) ausströmen. Die Temperatur erreicht dann auch ihr Maximum. Auf dem Principe des Maugham'schen Brenners beruhen die Apparate von Debray (Dingl. pol. Journ. 166 pag. 344) von Gorup-Besanez (Michaelis ausführl. Lehrb. d. anorg. Chem. 1878 pag. 123) und von Deville und Debray. Zum Schmelzen grösserer Mengen von Platin und Platinmetallen (vgl. Encycl. Handb. d. techn. Chem. von B. Kerl und F. Stohmann, 3. Aufl. Bd. 5 pag. 1180) hat man derlei Brenner mit Vortheil verwendet. Eine andere Anwendung findet die Knallgasflamme zur Erzeugung hoher Temperaturen, zum Behufe der Schmelzung anderer strengflüssiger Substanzen und zur Erzeugung von Licht durch Glühen unschmelzbarer, nichtflüchtiger Körper. So erzielt man intensive Lichteffecte durch Glühen von Kalk, Magnesia, Zirkonerde etc., welche

in Form von Stiften, kleinen Cylindern, abgestutzten Kugeln u. dgl. angewendet werden. Das so erzeugte Licht heisst Hydrooxygenlicht, Drumond'sches Licht, Kalklicht, Magnesialicht, Zirkonlicht u. s. w. und dient als Signallicht, ferner für photographische Zwecke, zur Beleuchtung und Projicirung mikroskopischer Objecte, zur Beleuchtung von Nebelbilderapparaten etc. Als Beispiele der hiebei angewandten Apparate siehe die oben genannten von Debray und Gorup-Besanez (vgl. auch den Apparat von Linnemann, Monatshefte f. Chem. 1886 pag. 899). Der Wasserstoff und Sauerstoff werden entweder aus gewöhnlichen Gasbehältern oder aus Gassäcken (Ledersäcken etc.) zugeleitet. Manchmal hält man sie auch unter einem Drucke von 10 bis 12 At. in eisernen Cylindern comprimirt vorräthig, aus denen sie durch Regulirung mit Hilfe einer Schraube unter jedem beliebigen Drucke austreten gemacht werden können.

Wegen der geringen Kosten wird zu solchen Zwecken statt Wasserstoffgas vielfach Leuchtgas genommen. Man ist dann genöthigt, eine entsprechend grössere Flamme anzuwenden, da ihr Hitzegrad ein niedrigerer ist, als jener der Knallgasflamme.

Einige Metalle haben die Eigenschaft in einer Wasserstoffatmosphäre bei Rothglühhitze (manche auch bei gewöhnlicher Temperatur) oder als negative Elektrode bei der Elektrolyse des Wassers gebraucht, Wasserstoff aufzunehmen und festzuhalten. Dieser Wasserstoff wird erst beim Erhitzen (im Vacuum) wieder abgegeben. Graham, der Entdecker dieser Erscheinung, nannte sie Occlusion.

Diese Erscheinung darf nicht mit der nur auf Oberflächenanziehung beruhenden Aufnahme von Wasserstoff durch poröse Körper, z. B. poröses Nickel, Platinschwamm u. dgl. verwechselt werden. Der Wasserstoff kann hier einfach durch andere Gase wieder verdrängt werden. Eine Occlusion wurde beobachtet bei Palladium, Gold, Silber, Platin, Kupfer, Eisen, Kalium und Natrium. Bei Palladium ist sie am stärksten, u. z. besonders bei dem auf elektrolytischem Wege erhaltenen Palladium. A. Tschirikow (Chemztg. 1884 pag. 1289) schmolz in ein Glasrohr so viel Zink und Salzsäure nebst einer Palladiumspirale ein, dass der Druck, falls keine Absorption des Wasserstoffes durch das Palladium, erfolgt 25^{at} betragen musste. Der Wasserstoff wurde ganz absorbirt und konnte durch Erhitzen der Palladiumspirale wieder gewonnen werden.

100 Volth. Metall nahmen folgende Mengen von Wasserstoff auf:

	Volth. Wasserstoff
Palladiumfolie (bei gew. Temp.)	37600
dto. (bei 90—97° C.)	64330
dto. (bei 245° C.)	52600
Palladiumschwamm (bei 200° C.)	68600
Platinschwamm	148
Platin (geschweisst)	383 bis 553
Platindraht	17
Silber (reducirt und gesintert)	90·7 bis 93.8
Silberdraht	21·1
Gold	48·0
Kupferdraht	30·6
Kupfer (schwammig)	6·00
Schmiedeeisen (bei Rothglühhitze)	100.0

Palladiumlegirungen zeigen ein geringes oder kein Occlusionsvermögen für Wasserstoff. Ein Palladiumdraht von $609 \cdot 14^{mm}$ Länge als negative Elektrode bei der Elektrolise des Wassers angewendet, absorbirte 936 Volth. Wasserstoff und dehnte sich hiebei auf $618 \cdot 92^{mm}$, also um $9 \cdot 78^{mm}$ seiner ursprünglichen Länge aus. Beim Ausglühen verkürzte er sich auf $599 \cdot 44^{mm}$, also gerade um das Doppelte dessen um das er sich ausgedehnt hatte. Graham berechnete aus der Volumzunahme des Palladiums bei der Occlusion des Wasserstoffs das specifische Gewicht des verdichteten Wasserstoffs zu 0·733. Devar (Jahrb. f. Chem. 1874 pag. 180) fand es zu 0·620 und Troost und Hautefeuille (Jahrber. f. Chem. 1874 pag. 293) bestätigen diese Zahl.

Die specifische Wärme des mit Wasserstoff beladenen Palladiums schwankt zwischen 3·93 bis 5·88, das elektrische Leitungsvermögen ist geringer als das des reinen Palladiums. Graham betrachtet das Wasserstoffpalladium als eine Legirung des Palladiums und fasst den Wasserstoff als den Dampf eines sehr flüchtigen Metalles auf, das er Hydrogenium nennt. Troost und Hautefeuille sehen jedoch das mit Wasserstoff vollständig gesättigte Palladium als das Gemenge einer chemischen Verbindung (Pd_2H) mit Wasserstoff an (vgl. Kolbe's Journ. f. prakt. Chem. 9, 199). Nach den beiden eben genannten Forschern (Jahrb. f. Chem. 1874 pag. 238) bilden auch Kalium und Natrium mit Wasserstoff Verbindungen der Formeln K_2H und Na_2H. Hydrogenium scheint nach Graham die active Form des

Wasserstoffs zu sein. Das mit Wasserstoff beladene Palladium verwandelt Eisenoxydsalze in Oxydulsalze, in Wasser gelöstes Chlor und Jod in Chlorwasserstoff und Jodwasserstoff, es scheidet aus Quecksilberchloridlösungen ein Gemisch von Quecksilberchlorür und metallischem Quecksilber aus u. dgl. Saytzeff (Kolbe's Journ. f. prakt. Chem. 4 pag. 418 und 6 pag. 128) verwandelte damit Benzoylchlorid in Benzoesäurealdehyd, Nitrobenzol in Amidobenzol, Nitromethan in Methylamin etc.

Wasserstoff diffundirt sehr rasch durch poröse Körper. Hält man über eine Röhre, aus welcher Wasserstoff ausströmt, ein Blatt Papier, so kann man den Wasserstoff über demselben entzünden.

Manche Metalle (Eisen, Platin, Palladium) lassen bei hoher Temperatur Wasserstoff hindurch diffundiren. Graham (Annal. Chem. Pharm. 6 pag. 293 und Suppl. 5 pag. 33) erhitzte einen Palladiumcylinder bis nahe zur Goldschmelzhitze und evacuirte ihn. Wasserstoff diffundirte in den Cylinder mit einer Geschwindigkeit von fast 4 Liter in der Minute und pro □m Fläche. Deville und Troost (Jahrb. d. Chem. 1863 pag. 26) beobachteten die Diffusion durch Platin und Eisen.

Bei gewöhnlicher Temperatur und bei Ausschluss des Lichtes verhält sich Wasserstoff, falls er sich nicht im Entstehungsmomente befindet, ziemlich indifferent, d. h. er vollzieht viele Reactionen, z. B. die energischen Reductionswirkungen, zu denen man ihn oft benützt, unter diesen Verhältnissen gar nicht oder höchst langsam und unvollständig. Zur directen Vereinigung mit Sauerstoff bedarf es der Berührung mit einer Flamme oder des elektrischen Funkens etc. (s. u.), zur Vereinigung mit Chlor des directen Sonnenlichtes. Nur wenige Metalle werden aus den Lösungen ihrer Salze durch freien, nicht im Stadium des Freiwerdens stehenden Wasserstoff, bei gewöhnlicher oder wenig erhöhter Temperatur, abgeschieden.

Das Reductionsvermögen des Wasserstoffs steigt jedoch mit Erhöhung des Druckes und besonders der Temperatur.

Bei höherer Temperatur reducirt Wasserstoff viele Metalloxyde, Schwefelmetalle und Chlormetalle unter Bildung von Wasser, Schwefel-, resp. Chlorwasserstoff zu Metallen. Ebenso ist er im Entstehungsmomente (Status nascendi), wo noch nicht zu Molekülen vereinte, also freie Wasserstoffatome vorhanden sind, ein kräftiges Reductionsmittel. D. Tomasi (Jahrb. f. Chem. 1879 pag. 187 und 1882 pag. 218) glaubt nicht, dass nascirender Wasserstoff aus einzelnen Atomen besteht, sondern schreibt die besondere Reactionsfähigkeit des Wasserstoffs im Entstehungsmomente der hiebei auftretenden Wärmeentwicklung zu.

Die Darstellung des Wasserstoffs kann erfolgen:

1. Durch Ersetzung der Wasserstoffatome in wasserstoffhaltigen Verbindungen durch Metallatome vermittelst Einwirkung des Metalles selbst, wobei der Wasserstoff, wenn er sonst nicht in der Reaction verbraucht wird, als solcher auftritt.

α) Zersetzung des Wassers durch Metalle. Hiebei entsteht je nach Umständen ein Oxydhydrat oder ein Oxyd des betreffenden Metalles neben freiem Wasserstoff. Die Alkalimetalle und die Metalle der alkalischen Erden reagiren unter Bildung von Oxydhydraten in dieser Weise schon bei gewöhnlicher Temperatur energisch. Soll auf solche Art Wasserstoff erzeugt werden, so eignet sich hierzu Natrium am besten. Bezüglich der Ausführung des Versuches vergleiche Roscoe-Schorlemer ausführliches Lehrbuch der Chemie I pag. 86.

Andere Metalle zerlegen Wasser erst bei höherer Temperatur. Wasserdampf und glühendes Eisen geben Eisenoxyduloxyd und Wasserstoff. Durch diese Reaction bewies Lavoisier die Zusammengesetztheit des Wassers. Nach Sainte-Claire Deville (Annal. Chem. Pharm. 157 pag. 71) erfolgt, wenn der gebildete Wasserstoff von nachströmendem Wasserdampf nicht rasch genug weggeführt wird, leicht eine Rückzersetzung, d. h. eine Reduction des schon gebildeten Eisenoxyduloxydes unter Rückbildung von Wasser, u. zw. um so leichter, je höher die Temperatur. Giffard (Dingl. pol. Journ. 227 pag. 366) benützt die Reaction zwischen Eisen und Wasser für die Herstellung des Wasserstoffs im Grossen. In einem Schachtofen wird Eisenoxyd durch Kohlenoxyd zu Eisen reducirt, und sodann über das glühende Eisen von der Soole des Ofens aus Wasserdampf geleitet; der Wasserstoff wird gesondert aufgefangen. Das gebildete Eisenoxyduloxyd wird wieder mit Kohlenoxyd reducirt u. s. w. G. E. Moore in New-York (D. R. P. Nr. 35203) leitet kohlenoxydhaltige Gase, gemengt mit überschüssigem Wasserdampf, im fortlaufenden Strome durch eine entsprechend erhitzte Kammer oder Retorte, die ein Oxyd von Eisen, Mangan, Kupfer, Blei, Zinn oder Zink enthält. Das in den genannten Gasen enthaltene Kohlenoxyd reducirt das Metalloxyd, der Wasserdampf oxydirt es wieder unter Bildung von Wasserstoff.

Schwarz (Ber. d. d. chem. Ges. 1886 pag. 1146) erhitzt zur Darstellung von Wasserstoff ein Gemenge von Kalkhydrat und Zinkstaub. Das Kalkhydrat verliert hiebei sein Wasser,

welches mit dem Zink unter Bildung von Zinkoxyd und Wasserstoff reagirt. 20 Gr. Zinkstaub und 22·8 Gr. Kalkhydrat liefern 5200 Cc. trockenen Wasserstoff (gemessen bei 0° C. und 760mm). Das fertige Gemenge von Zinkstaub und Kalkhydrat lässt sich jedoch längere Zeit nicht aufbewahren, indem die Zersetzung bei längerem Liegen schon bei gewöhnlicher Temperatur vor sich geht. W. Majert und G. Richter (Dingl. pol. Journ. 266 pag. 374; D. R. P. 39898) suchen diesem Uebelstande durch ein Erhitzen des Kalkhydrats, bezweckend die Entfernung des nicht chemisch gebundenen Wassers vor dem Mischen mit Zinkstaub, abzuhelfen. Das Gemenge soll sich dann besser halten und erst nahe vor der Rothglühhitze Wasserstoff entwickeln. Noch besser als Kalkhydrat sollen sich Magnesiahydrat, ferner Doppelverbindungen von Chlorcalcium mit Chlormagnesium, Chlornatrium, resp. Chlorkalium zur Herstellung von Wasserstoff auf solche Art eignen. Majert und Richter geben auch einen fahrbaren Apparat (für militärische Zwecke) zur Entwickelung des Wasserstoffs durch Erhitzen des in Blechdosen befindlichen Gemenges an. Einen Apparat zur Erzeugung eines für Heizzwecke zu verwendenden Wasserstoffgases aus Eisendrehspänen und Wasserdampf gibt Karl K. Schomberg an (D. R. P. 28746; Chem. Zeitg. 1884 pag. 1784).

β) Zerlegung verdünnter, wässriger Säuren durch Metalle. Hiebei entsteht neben Wasserstoff das betreffende Metallsalz. Gewöhnlich wird Schwefel- oder Salzsäure und Zink oder Eisen angewendet. Zur Herstellung von Wasserstoff im Kleinen für Laboratoriumszwecke u. dgl. wird diese Methode sehr häufig verwendet, u. z. gebraucht man meist Zink und verdünnte Schwefelsäure. Bei Anwendung chemisch reiner Materialien erhält man völlig reinen Wasserstoff. Der aus gewöhnlichem Zink und gewöhnlicher Schwefelsäure entwickelte Wasserstoff ist dagegen, wie schon durch den Geruch sehr oft bemerkbar, mehr minder verunreinigt. Gewöhnlich treten als Verunreinigungen Arsen-, Phosphor- und Schwefelwasserstoff auf, dagegen keine Kohlenwasserstoffe (Violette). Zur Reinigung des Gases benützt man, abgesehen von dem Trocknen oder dem Waschen desselben mit Wasser, Lösungen von Aetzalkalien, Quecksilberchlorid, Silbernitrat; auch Kaliumpermanganatlösung wurde vorgeschlagen (Schobig, Journ. f. prakt. Chem. 14 pag. 289). Vorzüglich wirkt eine mit etwa dem gleichen Volumen concentrirter Schwefelsäure versetzte Lösung von Kaliumbichromat (Varenne und Hebré, Jahrber. d. Chem. 1877 pag. 206). Von den genannten Verunreinigungen kann der Arsenwasserstoff von einem Arsengehalte des Zinks*) oder der Schwefelsäure, der Schwefelwasserstoff von einem Schwefelmetallgehalte des Zinks oder einem Schwefligsäuregehalte der Schwefelsäure, der Phosphorwasserstoff von einem Phosphormetallgehalte des Zinks herstammen. Concentrirte Schwefelsäure entwickelt wegen der Unlöslichkeit des Zinksulfates nur sehr langsam und schlecht Wasserstoff, und kann sich hiebei auch schweflige Säure bilden, die zu Schwefelwasserstoff reducirt wird. Chemisch reines Zink entwickelt mit reiner Schwefelsäure nur sehr träge Wasserstoff. Beschleunigt wird die Entwickelung durch Zusatz von etwas Platinlösung. Das Platin schlägt sich auf dem Zink nieder und die Entwicklung kommt durch die Entstehung eines galvanischen Stromes in Gang. Ebenso wirken Kupfer-, Gold-, Silber-, Zinn-, Wismuth-, Kobalt- und Nickellösungen (vgl. auch Selmi, Ber. d. d. chem. Ges. 1880 pag. 206). Eisen an Stelle von Zink gebraucht liefert meist einen unreineren, Kohlenwasserstoffe enthaltenden Wasserstoff. Nach Kollemann (Wagner's Jahrb. f. 1879 pag. 351) lässt sich an Stelle von Zink Ferromangan, welches von verdünnter Schwefelsäure sehr leicht und schnell zersetzt wird, verwenden. Im Kleinen verwendet man zur Entwicklung entweder gewöhnliche Gasentbindungsflaschen oder constant wirkende Apparate, wie jene von Kipp, Debray u. s. w. (vgl. Michaelis ausführl. Lehrb. d. anorg. Chem. I. Abth.). Bei Herstellung grosser Mengen von Wasserstoff nach dieser Art, etwa zur Füllung von Luftballons, verwendet man meist Eisen und verdünnte Schwefelsäure. Hiezu geeignete Apparate sind u. A. angegeben von Giffard (Dingl. pol. Journ. 227 pag. 366) und von G. Tissandier (Wagners Jahrber. f. 1884 pag. 315). Der Apparat des Letzteren soll stündlich bis 300 Kubikm. Wasserstoff liefern. Egasse verwendet Zink und Salzsäure und gibt auch einen hiezu geeigneten Apparat an (Dingl. pol. Journ. 244 pag. 54).

γ) Zerlegung von Alkalihydroxyden durch Metalle. Aluminium liefert mit Kalilauge eine lebhafte Wasserstoffentwicklung und es entsteht ein Kaliumaluminat. Gekörntes Zink mit Eisennägeln untermischt und mit Kali- oder Natronlauge erhitzt gibt Wasserstoff und eine Verbindung von Zink mit Alkali. Der entwickelte Wasserstoff ist in beiden Fällen sehr rein. Gepulvertes Aetzkali mit Eisenfeile gemengt und zum Glühen erhitzt entwickelt ebenfalls Wasserstoff. Zink und Eisen gemengt sollen aus einem Gemenge von freiem Ammoniak und Ammoniaksalzlösung sehr lebhaft Wasserstoff entwickeln. Anhangsweise sei bemerkt, dass nach Lorin (Compt. rend. 60 pag. 745) Zink allein aus Ammoniaklösungen Wasserstoff entwickelt.

II. Darstellung des Wasserstoffs durch Elektrolyse des Wassers. Dieselbe gelingt am besten mit durch Schwefelsäure angesäuertem Wasser. Hiebei scheiden sich am negativen Pole je zwei Volumen Wasserstoff auf etwa ein Volumen am positiven Pole entwickelten Sauerstoff ab. Man fängt entweder den Wasserstoff gesondert auf, oder verwendet als positiven Pol Zinkamalgam, wodurch der Sauerstoff vollständig zurückgehalten wird (vgl. Roscoe und Schorlemer, ausführl. Lehrb. d. Chem. I pag. 85).

*) Zinkblech ist fast arsenfrei.

III. Reinen Wasserstoff erhält man durch Erhitzen von ameisensaurem Kalium mit Kalihydrat, wobei kohlensaures Kalium zurückbleibt. Diese Methode verwendete Pictet bei seinen Versuchen behufs Verflüssigung des Wasserstoffs.

IV. Zerlegung des Wasserdampfes durch glühende Kohle. Hiebei entsteht neben Wasserstoff noch Kohlensäure und Kohlenoxyd je nach Umständen in wechselnden Verhältnissen (vgl. bei Wassergas). Da die Kohlensäure leicht durch Kalk zu entfernen ist, so soll der Process so geleitet werden, dass nur diese neben Wasserstoff auftritt, oder dass das Kohlenoxyd schliesslich in Kohlensäure umgewandelt wird. Kohlenoxyd und Wasserdampf geben bei entsprechend hoher Temperatur Kohlensäure und Wasserstoff (vgl. Naumann und Pistor, Ber. d. d. chem. Ges. 18 pag. 2894). Einen Apparat zu derartiger Erzeugung von Wasserstoff im Grossen (Beleuchtung der Stadt Narbonne) construirte Fages (Dingl. pol. Journ. 158 pag. 259). Dieser Apparat ist ähnlich den heutigen zur Erzeugung von Wassergas und arbeitete wie diese in zwei Perioden (Warmblasen und Gaserzeugung). In der Mitte des Ofenschachtes ist eine gemauerte Kammer, in welche noch etwas Wasserdampf eingeblasen wird. Diese hocherhitzte Kammer muss das erzeugte Gasgemenge passiren und hier findet eine Verwandlung des eventuell vorhandenen Kohlenoxydes durch Wasserdampf in Kohlensäure und Wasserstoff statt. Hierauf gelangt das Gemenge von Wasserstoff, Kohlensäure und Wasserdampf in die Reiniger. Der Apparat lieferte 40 bis 50^{cbm} gereinigten Wasserstoff in der Stunde, 100^{cbm} des so erzeugten Wasserstoffes kosteten 4·44 Fr. Das Verfahren ist jetzt nicht mehr in Anwendung. Tessie du Mothay glüht zur Herstellung von Wasserstoff ein Gemenge von Kalkhydrat mit Koks oder Anthracit. Das Hydratwasser des Kalkhydrates setzt sich mit dem Kohlenstoff zu Wasserstoff und Kohlensäure um, welche letztere zum Theil entweicht, zum Theil an den rückbleibenden Kalk gebunden wird. Erhitzt man die rückständige Masse im Wasserdampfstrome, so wird unter Entweichen von Kohlensäure Kalkhydrat rückgebildet. So lange daher noch Kohle in dem Gemenge vorhanden ist, kann es stets von Neuem zur Wasserstoffentwicklung dienen (vgl. Dingl. pol. Journ. 193 pag. 433, 199 pag. 109). Das Verfahren war in New-York technisch durchgeführt.

N. A. Helouis (Wagners Jahrber. f. 1882 pag. 463, engl. Pat.) stellt zunächst durch Einwirkung von Wasserdampf auf glühende Holzkohle ein Gemenge von Wasserstoff, Kohlensäure und Kohlenoxyd dar. Durch Ueberleiten dieses Gemenges über dunkelroth glühenden Gyps soll das darin enthaltene Kohlenoxyd in Kohlensäure verwandelt werden, während der Gyps in Schwefelcalcium übergeht. Die Kohlensäure soll dann durch eine Natriumcarbonatlösung in Form von Bicarbonat beseitigt werden.

C. Hessel (Wagner's Jahrb. f. 1882 pag. 462, engl. Pat.) leitet ein Gemenge von Kohlenwasserstoffen und Wasserdampf durch glühende Retorten und verwandelt es so in ein Gemenge von Wasserstoff und Kohlensäure. Die letztere wird in bekannter Weise (durch Kalk) entfernt.

F. Hembert und Henry (Compt. rend. 1885 pag 797) stellen durch Ueberleiten von überhitztem Wasserdampf über glühende Koks ein Gemenge von Wasserstoff und Kohlenoxyd her. Dieses gelangt dann in eine hellglühende, behufs Gewinnung einer grossen Oberfläche mit feuerfesten Scherben gefüllte Retorte, in die zugleich überhitzter Wasserdampf eingeblasen wird. Dieser setzt sich mit dem Kohlenoxyd zu Kohlensäure und Wasserstoff um. 1 *t* Koks soll auf diese Weise 3200^{cbm} Wasserstoff liefern; 1^{cbm} des letzteren kostet so erhalten etwa 0·015 Fr.

A. Pritsche und E. Beauffils (D. R. P. 40734, Chem. Ztg. 1887 pag. 1196) beseitigen das Kohlenoxyd des Wassergases durch Absorption vermittelst einer Lösung von Kupferchlorür, die durch Anwendung eines Vacuums, wieder von dem aufgenommenen Kohlenoxyd befreit werden kann.

H. H. Edgerton (Chem. Ztg. 1887 pag. 908, amerik. Pat. 336081) strebt die Gewinnung von Wasserstoff aus Wassergas dadurch an, dass er das Wassergas in ein Gefäss, welches durch eine poröse Scheidewand (z. B. unglasirten Thon) in zwei Theile getheilt ist, eintreten lässt, u. z. nur in die eine Kammer. Durch die ungleich rasche Diffusion der Gase von verschiedener spec. Schwere durch die poröse Wand soll die Trennung des Wasserstoffs von den anderen Gemengtheilen des Wassergases bewirkt werden.

Der Wasserstoff findet Anwendung zur Füllung von Luftballons, wozu man heute allerdings vielfach dem billigeren Steinkohlenleuchtgase den Vorzug gibt. Wo es sich jedoch um die Erreichung der grössten Tragfähigkeit der Ballons handelt, wird man stets Wasserstoff verwenden, da er ein weit kleineres specifisches Gewicht (0·06926) hat als Leuchtgas (in runder Zahl meist 0·5 und 0·6). Auch für rasche Füllung von Luftballons an einem beliebigen Orte, z. B. für militärische Zwecke, wird Wasserstoff verwendet (vgl. bei Darstellung des Wasserstoffs, ferner H. Moedebeck, Chem. Ztg. 1886 pag. 1269).

Die hohe Temperatur der Wasserstoffflamme benützt man vielfach zum Löthen von Metallen. Man lässt den Wasserstoff entweder aus der Löthrohrspitze ausströmen und verbrennt ihn frei an der Luft oder stellt zur Erzielung

höherer Temperaturen, durch Einführung von Luft oder Sauerstoff in die Flamme, ein Gebläse her. Beim Verlöthen der Bleikammern, welche zur Erzeugung der englischen Schwefelsäure dienen, gebraucht man ein Wasserstoff-Luftgebläse (vgl. Lunge, Handb. d. Sodaindustr. Bd. 1 pag. 246).

Auf die Anwendung des Knallgasgebläses zum Schmelzen von Platin, von Platinmetallen etc. wurde schon pag. 398 hingewiesen und ebenso auf die Verwendung zur Erzeugung des Hydrooxygenlichtes.

Wasserstoff wurde auch für sich ohne Einblasen von Luft oder Sauerstoff in die Flamme zu Beleuchtungszwecken angewendet, indem man seiner Flamme durch Glühen fester Körper darin, z. B. Platinnetzchen*) oder durch Mischen mit gewissen Kohlenwasserstoffen (Carburiren, vgl. Leuchtstoffe V pag. 503) Leuchtkraft ertheilte. Heute kommt die Beleuchtung mit Hilfe von Wasserstoffgas allein wenig in Betracht. Sie ist theils durch die Anwendung des billigeren Steinkohlenleuchtgases (auch des Wassergases), theils durch das elektrische Licht verdrängt.

Activer Wasserstoff. Nach Chabrier (Compt. rend. 75 pag. 484; Jahrber. f. Chem. 1872 pag. 164) wird Wasserstoff unter dem Einflusse nicht leuchtender elektrischer Entladungen in die active Form verwandelt. Er vereinigt sich dann direct mit Stickstoff zu Ammoniak (vgl. auch Donkin, Jahresberichte f. Chem. 1873 pag. 182), reducirt Silberoxyd zu Silber etc. Die Beobachtung von Osanne (Journ. f. prakt. Chem., Bd. 58, 61, 66, 69, 71, 78, 81, 92), dass der aus einer frisch bereiteten Mischung von frisch destillirtem Nordhäuser Vitriolöl und Wasser elektrolytisch hergestellte Wasserstoff activer Wasserstoff sei, fand Magnus (Pogg. Annal. 104 pag. 555) nicht bestätigt und Löwenthal (Journ. f. prakt. Chem. 73 pag. 116) schreibt die veränderten Eigenschaften des so erhaltenen Wasserstoffs einem Gehalte des Nordhäuser Vitriolöls an schwefliger Säure zu.

Verbindungen des Wasserstoffs. Verbindungen des Wasserstoffs mit Metallen sind ausser den oben genannten, deren Existenz nicht einmal mit voller Sicherheit erwiesen ist, nicht bekannt. Der Wasserstoff verbindet sich meist mit Metalloiden. Die Verbindungen derselben mit dem einwerthigen Wasserstoff wurden vielfach zur Ermittlung der Valenz der darin enthaltenen Metalloide benützt. Die Verbindungen des Wasserstoffs mit den Halogenen, Chlor, Jod, Brom und Fluor sind bei gewöhnlicher Temperatur farblose, stechend riechende, im Wasser leicht lösliche und durch Druck leicht zu Flüssigkeiten verdichtbare Gase. Sie sind Säuren und bilden mit Basen die sogenannten Haloidsalze. Die grösste Affinität zum Wasserstoff hat Fluor, diesem folgt Chlor, Brom und Jod. Chlor und Wasserstoff vereinigen sich bei gewöhnlicher Temperatur im directen Sonnenlicht, Brom und Wasserstoff reagiren erst bei Rothgluth, Jod und Wasserstoff vereinigen sich directe nicht. Dem entsprechend zerfällt Jodwasserstoff schon beim Erhitzen auf 180° C. in die Elemente, Bromwasserstoff erst bei 800° C., während der Chlorwasserstoff auch bei 1500° C. noch nicht zerfällt. Fluor wirkt energisch auf Wasser unter Entwicklung von Sauerstoff zersetzend ein, Chlor entwickelt auch noch leicht, aber langsam, Sauerstoff durch Zerlegung des Wassers, Brom zerlegt noch in verdünnter Lösung Wasser unter Sauerstoffentwicklung und Bildung von Bromwasserstoff. Dagegen wird schon eine concentrirte Lösung von Bromwasserstoff durch Sauerstoff theilweise unter Bildung von Wasser und Abscheidung von Brom zersetzt. Bei Jodwasserstoff erfolgt die gleiche Reaction, und Jod zersetzt Wasser nicht.

Die Elemente der Sauerstoffgruppe, Sauerstoff, Schwefel, Selen, Tellur verbinden sich bei höherer Temperatur direct mit zwei Atomen Wasserstoff. Schwefel-, Selen- und Tellurwasserstoff sind bei gewöhnlicher Temperatur Gase und zeigen den Charakter einer schwachen Säure. In der Glühhitze zerfallen sie in die

*) Platingas von Gillard; Beleuchtung d. Stadt Narbonne, vgl. Dingl. pol. Journ. 158 pag. 259 und Hoffman, Entw. d. chem. Industr. I pag. 33.

Elemente (dissociiren). Wasserstoff hat unter den Elementen der Sauerstoffgruppe die grösste Verwandtschaft zum Sauerstoff. In wässriger Lösung werden Schwefel-, Selen- und Tellurwasserstoff durch Sauerstoff zerlegt. Vom Sauerstoff und Schwefel sind auch Verbindungen der Formeln H_2O_2 (Wasserstoffsuperoxyd) und H_2S_2 (Wasserstoffsupersulfid) bekannt, welche aber nicht durch directe Vereinigung der Elemente, sondern auf indirectem Wege entstehen. Beide sind ziemlich labile Körper. Wahrscheinlich existiren auch die Verbindungen der Formeln H_2S_3 und H_2S_5. Wasserstoffsupersulfid zeigt den Charakter einer schwachen Säure.

Mit den Elementen der Stickstoffgruppe, Stickstoff, Phosphor, Arsen, Antimon vereinigen sich je drei Atome Wasserstoff zu gasförmigen Verbindungen. Von ihnen zeigt das Ammoniak (NH_3) stark basische Eigenschaften. Es bildet mit den Säuren die Ammoniumsalze. In dem Masse, als ein mehr metallischer Charakter der Elemente dieser Gruppe hervortritt, verlieren sich die basischen Eigenschaften der Wasserstoffverbindung. Phosphorwasserstoff verbindet sich bei gewöhnlicher Temperatur nur mit Jod- und Bromwasserstoff zu salzartigen Körpern, Arsen- und Antimonwasserstoff zeigen keine basischen Eigenschaften (nur die Alkylarsine und Stibine treten mit Säuren zu salzartigen Verbindungen zusammen).

Mit Kohlenstoff bildet Wasserstoff eine ungemein grosse Anzahl von Verbindungen, von denen aber nur das Acetylen direct aus den Elementen unter dem Einflusse des elektrischen Funkens entsteht. Die wasserstoffreichste Verbindung, das Methan, enthält vier Atome Wasserstoff. Bei allen anderen Kohlenwasserstoffen ist eine einfache, zweifache oder dreifache Verkettung der Kohlenstoffatome untereinander in verschiedenster Combination vorhanden. Alle Kohlenwasserstoffe zeigen weder basischen noch sauren Charakter. Bei niederem Molekulargewicht sind es Gase, z. B. Methan (CH_4), Aethylen (C_2H_4), Acetylen (C_2H_2); bei höherem Molekül sind es Flüssigkeiten oder feste Körper, z. B. Benzol, Naphtalin.

Von Silicium und Wasserstoff ist nur eine Verbindung der Formel SiH_4 genauer bekannt. Mit Bor verbindet sich Wasserstoff zu dem noch wenig studirten Borwasserstoff (BH_3). Silicium- und Borwasserstoff sind farblose Gase.

Näheres über diese Wasserstoffverbindungen siehe bei den betreffenden Elementen, vgl. a. den Artikel Kohlenwasserstoffe.

Wasser (*eau* — *water*), Symbol Aq oder aq, Formel H_2O (Aequivalentformel HO), Molekulargewicht = 18 (für O = 15·96, = 17·96), in 100 Gewichtstheilen enthaltend, 11·11 Wasserstoff und 88·89 Sauerstoff (wenn O = 15·96 so, 11·136 H und 88·864 O), Dampfdichte (atm. Luft = 1) = 0·62208.

Bis Ende des vorigen Jahrhunderts hielt man Wasser für einen einfachen Körper. Um das Jahr 1780 zeigte Cavendish, dass beim Verbrennen von Wasserstoff im Sauerstoff nur Wasser entsteht, ohne jedoch, befangen durch die Phlogistontheorie, Wasser als eine Verbindung zweier einfacher Körper zu erkennen. Lavoisier, der die Versuche von Cavendish wiederholte und bestätigte, bewies 1783 diese Thatsache, indem er aus dem erhaltenen Wasser wieder Wasserstoff herstellte. Wasser ist Wasserstoffmonoxyd, eine Verbindung von zwei Atomen (2 Gewthl.) Wasserstoff mit einem Atom (16 Gewthl.) Sauerstoff. Es bildet sich bei der Verbrennung (Verbindung) von Wasserstoff und wasserstoffhaltigen Körpern mit Sauerstoff. 1 Volum Sauerstoff und 2 Volume Wasserstoff (Knallgas) liefern, zur Explosion gebracht, 2 Volume Wasserdampf. Wasser tritt ferner bei einer Unzahl chemischer Processe auf.

Eigenschaften. In reinem Zustande ist Wasser geruch- und geschmacklos, in dünnen Schichten ungefärbt, in mehr als 2^m dicken Schichten ist es nach Bunsen bläulich. Suspendirte und gelöste Stoffe verändern seine Färbung (vgl. W. Spring, Chem. Ztg. 1883 pag. 171 u. 646). Wasser findet sich in der Natur in allen drei Agregatzuständen. Unter 0^0 C. oder R. abgekühlt erstarrt es unter normalen Umständen zu Eis. Ueber dessen Eigenschaften und Verhalten, die Erscheinung des Ueberschmelzens u. s. w., vgl. Art. Eis Bd. II pag. 741. Ueber künstliche Herstellung von Eis, vgl. Bd. II pag. 793.

Beim Abkühlen erfolgt zunächst Volumverminderung bis $+4^0$ C. (nach Rosetti +4·07, nach Exner $+3·945^0$ C.), dann wieder Ausdehnung bis zum

Gefrieren und zwar um etwa 10 Proc. des Volumens mit fast unwiderstehlicher Gewalt. Bei +4° C. erreicht also Wasser das Maximum seiner Dichte und dient bei dieser Temperatur als Einheit des specifischen Gewichtes und der Dichte fester und flüssiger Körper. Bei eingetretener Ueberschmelzung dehnt sich das Wasser bei weiterer Abkühlung noch aus.

Für das Volumen des Wassers bei verschiedenen Temperaturen leitet Rosetti aus seinen Beobachtungen die Formel ab:

$$V_t = 1 + 0{\cdot}00000837991\,(t-4)^2 - 0{\cdot}000000378702\,(t-4)^{2{\cdot}6} + 0{\cdot}0000000224329\,(t-4)^3$$

mit deren Hilfe nachstehende Tabelle berechnet ist.

Dichten und Volume des Wassers nach Rosetti.

Temperatur ° C.	Dichte des Wassers (bei 0° = 1)	Volumen des Wassers (bei 0° = 1)	Dichte des Wassers (bei 4° = 1)	Volumen des Wassers (bei 4° = 1)	Temperatur ° C.	Dichte des Wassers (bei 0° = 1)	Volumen des Wassers (bei 0° = 1)	Dichte des Wassers (bei 4° = 1)	Volumen des Wassers (bei 4° = 1)
—10	0·998274	1·001729	0·998145	1 001858	+15	0·999289	1·000712	0·999160	1·000841
— 9	0·998556	1·001549	0·998427	1·001575	16	0·999131	1·000870	0·999002	1·000999
— 8	0·998814	1·001191	0·998615	1·001371	17	0·998970	1·001031	0·998841	1·001160
— 7	0·999040	1·000963	0·998911	1·001089	18	0·998782	1·001219	0·998654	1·001348
— 6	0·999247	1·000756	0·999118	1·000883	19	0·998588	1·001413	0·998460	1·001542
- 5	0·999428	1·000573	0·999298	1·000702	20	0·998388	1·001615	0·998259	1·001744
— 4	0·999584	1·000416	0·999455	1·000545	21	0·998176	1·001828	0·998047	1·001957
— 3	0 999719	1·000281	0·999590	1·000410	22	0·997956	1·002048	0·997828	1·002177
— 2	0·999832	1·000168	0·999703	1·000297	23	0·997730	1·002276	0·997601	1·002405
— 1	0·999926	1·000074	0·999797	1·000203	24	0·997495	1·002511	0·997367	1·002604
0	1·000000	1·000000	0·999871	1·000129	25	0·997249	1·002759	0·997120	1·002888
+ 1	1·000057	0·999943	0·999928	1·000072	26	0·996994	1·003014	0·996866	1·003144
2	1·000098	0·999902	0·999969	1·000031	27	0·996732	1 003278	0·996603	1·003408
3	1·000120	0·999880	0·999991	1·000009	28	0·996460	1·003553	0·996331	1·003682
4	1·000129	0·999871	1·000000	1·000000	29	0·996179	1·003835	0·996051	1·003965
5	1·000119	0·999881	0·999990	1·000010	30	0·99589	1·00412	0·99577	1·00425
6	1·000099	0·999901	0·999970	1·000030	31	0·99560	1·00442	0·99577	1·00425
7	1·000062	0·999938	0·999933	1·000067	35	0 99431	1·00572	0·99418	1·00586
8	1·000015	0·999985	0·999886	1·000114	40	0·99248	1·00757	0·99235	1·00770
9	0·999953	1·000047	0·999824	1·000176	50	0·98832	1·01182	0·98819	1·01195
10	0·999876	1·000124	0·999747	1·000253	60	0·98350	1·01678	0·98338	1·01691
11	0·999784	1·000216	0·999655	1·000345	70	0·97807	1·02243	0·97794	1·02256
12	0·999678	1·000322	0·999549	1·000451	80	0·97206	1·02874	0·97194	1·02887
13	0·999549	1·000441	0·999430	1·000570	90	0·96568	1·03554	0·96556	1·03567
14	0·999429	1 000572	0·999299	1·000701	100	0 95879	1·04299	0·95866	1·04312

Bonetti (Atti acad. dei Lincei, Trans. (1884) 8 pag. 323) fand, dass die Dichtigkeit des Wassers zwischen 0 und 10° sich darstellen lässt durch die Formel:

$$D_t = 1 + 0{\cdot}000082880153\,t - 0{\cdot}000011864979\,t^2 + 0{\cdot}00000025531305\,t^3,$$

wenn die Dichtigkeit des Wassers bei 0° gleich 1 gesetzt ist. Darnach liegt das Dichtigkeitsmaximum bei 4·01° C. und beträgt 1·00015802 (bisher gebräuchliche Zahlen: 1·000122 od. 1·000129).

Die Volumina des Wassers bei Temperaturen über 100° C. bestimmte Waterston und fand, Wasser von +4° C. = 1, folgende Werthe:

Temperatur	Volumen
0°	1·0001
100°	1·0433
150°	1·0926
200°	1·1612
250°	1·2645
300°	1·4181

Sind im Wasser Salze gelöst, so erniedrigt sich die Temperatur des Dichtigkeitsmaximums umsomehr, je concentrirter die Lösung ist. Auch der Gefrierpunkt sinkt, jedoch nicht in gleich starkem Masse. Die Erniedrigung des Erstarrungspunktes der wässrigen Lösung eines Salzes ergibt sich aus dem Gesetze von Raoul (Chem. Centralbl. 1883 pag. 33), welches, speciell für Wasser als Lösungsmittel angewendet, besagt: Je ein Molekül eines wasserfrei gedachten Salzes erniedrigt wenn es sich in 300 Molekülen Wasser (1 Mol. Wasser = 18) löst, den Erstarrungspunkt um die Zahl 0·685. — Wasser verdampft bei allen Temperaturen, auch in Form von Eis. Die Menge des verdampften Wassers ist um so grösser, je grösser die Oberfläche, je höher

die Temperatur, je trockener die umgebende Luft, resp. je rascher die Feuchtigkeit weggeführt wird und je geringer unter sonst gleichen Verhältnissen der herrschende Druck ist. Im geschlossenen Raume verdampft für jede Temperatur eine unveränderliche Menge Wasser. Der so gebildete Wasserdampf übt einen Druck aus, den man als Tension oder Spannkraft des Wasserdampfes bezeichnet, die mit der Temperatur steigt und fällt. Bei 100° C. ist die Tension des Wasserdampfes = 760mm Quecksilberdruck und das Wasser siedet somit bei normalem Barometerstande (760mm) bei 100° C. Nachstehende, von Regnault herrührende Tabelle zeigt die Tension des Wasserdampfes, die umgekehrt, auch die Höhe der Siedepunkte bei verschiedenem Druck angibt.

Spannkraft des gesättigten Wasserdampfes (nach Regnault).

Temperatur	mm Quecksilber	Temperatur	mm Quecksilber	Temperatur	mm Quecksilber
—32°	0·32	+18	15·36	+95	633·78
—30	0·39	19	16·35	100	760·00
—25	0·61	20	17·39	105	906·41
—20	0·93	21	18·50	110	1075·37
—15	1·40	22	19·66	115	1269·41
—10	2·09	23	20·89	120	1491·28
— 5	3·11	24	22·18	125	1743·88
0	4·60	25	23·55	130	2030·28
+ 1	4·94	26	24·99	135	2353·73
2	5·30	27	26·51	140	2717·63
3	5·69	28	28·10	145	3125·55
4	6·10	29	29·78	150	3581·23
5	6·53	30	31·55	155	4088·56
6	7·00	35	41·83	160	4651·62
7	7·49	40	54·91	165	5274·54
8	8·02	45	71·39	170	5961·66
9	8·57	50	91·98	175	6717·43
10	9·17	55	117·48	180	7546·39
11	9·79	60	148·79	185	8453·23
12	10·46	65	186·95	190	9442·70
13	11·16	70	233·09	195	10519·63
14	11·91	75	288·52	200	11688·96
15	12·70	80	354·64	205	12955·66
16	13·54	85	433·04	210	14324·80
17	14·42	90	525·45	215	15801·33

Ueber die allgemeinen und besonders auch die technisch wichtigen Eigenschaften, des Wasserdampfes, die Verdampfungswärme des Wassers u. s. w. siehe Art. Dampf II pag. 504. Aus Obigem erhellt, dass je nach dem herrschenden Drucke der Siedepunkt des Wassers verschieden sein muss. An einem Orte, dessen Barometerstand 575mm ist, kocht das Wasser bei 90° C. Bei 2 Atmosphären siedet es bei 121, bei 3 Atmosphären bei 134° C. u. s. w. Verdampft Wasser ohne künstliche Wärmezufuhr, so entzieht es die hiezu nöthige Wärme der Umgebung (Verdunstungskälte).

Vollständig luft- überhaupt gasfreies Wasser zeigt manchmal einen Siedeverzug, d. h. es kann mehrere Grade über den normalen Siedepunkt erhitzt werden, ohne zu sieden. Tritt dann endlich das Sieden ein, so erfolgt anfangs momentan eine massenhafte Dampfentwickelung. Bei lufthaltigem Wasser vergrössert sich, wenn einmal die Tension des Wasserdampfes dem äusseren Luftdrucke gleichkommt, jedes Luftbläschen zu einer Dampfblase und das Sieden tritt so zur rechten Zeit und ganz regelmässig ein. Fehlen die Luftbläschen, so muss durch die Temperatur die lebendige Kraft der Moleküle so weit gesteigert werden, dass durch ein günstiges Zusammentreffen der schwingenden, wälzenden und fortschreitenden Bewegung mehrere Moleküle so aneinanderstossen, dass eine Dampfblase gebildet wird. Diese erweitert sich in Folge der eingetretenen Ueberhitzung rapid, zerplatzt zu kleinen Blasen, die sich gleich schnell erweitern und es entsteht eine massenhafte, momentane Dampfentwicklung. In rauhwandigen Gefässen, an denen Luftbläschen leichter haften, tritt leichteres und regelmässigeres Sieden ein. Sehr glatte, gut gereinigte Gefässwände erzeugen stossweises Sieden, auch wegen ihrer grösseren Adhäsion zum Wasser. Ein gleichmässiges Sieden erhält man auch durch Einbringen rauher Körper (Blechschnitzel, Speckstein u. dgl.), Einstellen

von Haarröhrchen, Einlegen von Platin (in Folge der Verdichtung von Gasen an der Oberfläche). In Metallgefässen kocht Wasser nahezu bei 100°, in Porzellangefässen bei etwas höherer Temperatur. Ein Wassertropfen auf eine glühende oder doch hoch über 100° erhitzte Platte fallen gelassen, umgibt sich wegen der hohen Temperatur momentan mit einer Dampfschichte, die das Wasser mit grosser Expansionskraft von der Wand losdrückt, vor weiterer starker Erhitzung schützt und so nur sehr langsam zur Verdampfung kommen lässt. Das Wasser rotirt als Kugel auf der Platte (Leydenfrost'scher Versuch, sphäroidaler Zustand). Sinkt die Temperatur der Platte, so kommt ein Punkt (bei Wasser 171°), bei dem die isolirende Dampfschicht nicht mehr besteht, das Wasser tritt mit der noch sehr heissen Fläche in Berührung und kommt in explosionsartiges Sieden. Plötzliche Dampfbildung durch Siedeverzug oder sphäroidalen Zustand des Wassers bedingt, soll auch Ursache von Kesselexplosionen werden.*)

Der Siedepunkt wässriger Salzlösungen liegt höher als 100° C. und steigt im Allgemeinen mit dem Procentgehalte der Lösung. Beim Verdampfen verdünnter Salzlösungen steigt der Siedepunkt, bis er in der gesättigten Lösung sein Maximum erreicht. Der Dampf hat die Temperatur der Flüssigkeit, mit der er in Berührung war und ist überhitzter, ungesättigter Dampf. Ein hineingehaltenes Thermometer zeigt die Temperatur 100°, weil die entweichenden reinen Wasserdämpfe an dem kalten Thermometer anfangs condensiren und später nicht mehr über die Temperatur reiner Wasserdämpfe erhitzt werden. Erwärmt man aber das Thermometer vorher auf oder über die Siedetemperatur der Lösung, so wird die wahre Temperatur der Dämpfe gefunden. Dampf von 100° vermag beim Einleiten in eine Salzlösung von hohem Siedepunkte diese nahe auf ihre Siedetemperatur zu erhitzen.

Die Spannkraft der Dämpfe aus Salzlösungen ist stets kleiner als jene der aus reinem Wasser bei gleicher Temperatur gebildeten, u. z. umsomehr, je concentrirter die Lösung ist. Für verschiedene Temperaturen ist die Verminderung verschieden, sie wächst mit der Temperatur und, je nach der Natur des Salzes, proportional (Chlornatrium), langsamer (Kaliumsulfat) oder rascher (Kaliumnitrat) als dieselbe.

Die Wärmeleitungsfähigkeit des Wassers ist gering. Winkelmann (Jahrb. d. Chem. 1874 pag. 76) fand sie für 1cm und 1 Secunde zu 0·00154.

Die specifische Wärme des Wassers ergibt sich aus nachstehender, von Regnault herrührender Tabelle.

Specifische Wärme des Wassers nach Regnault.

Temperatur des Luftthermometers	Mittlere spec. Wärme zwischen 0° und t^0	Spec. Wärme bei t^0
0	—	1·0000
10	1·0002	1·0005
20	1·0005	1·0012
30	1·0009	1·0020
40	1·0013	1·0030
50	1·0017	1·0042
60	1·0023	1·0056
70	1·0030	1·0072
80	1·0035	1·0089
90	1 0042	1·0109
100	1·0050	1·0130
110	1·0058	1·0153
120	1·0067	1·0177
130	1·0076	1·0204
140	1·0087	1·0232
150	1·0097	1·0262
160	1·0109	1·0294
170	1·0121	1·0328
180	1·0133	1·0364
190	1·0146	1·0401
200	1·0160	1·0440
210	1·0174	1·0481
220	1·0189	1·0524
230	1·0204	1·0568

Nachdem 1 Gr. Wasserstoff bei seiner Verbrennung zu flüssigem Wasser von 0° C. 34462 Wärmeeinheiten (Grammcalorien) liefert, ist die Bildungswärme von 1 Molekül

*) Vgl. dagegen Dingl. pol. Journ. 254, 141 und 517, s. a. Obé, Enginering 35, pag. 628.

(= 18 Gr.) Wassers (unter Berücksichtigung des obigen Werthes, der Verdampfungs- resp. Schmelzwärme des Wassers) für Wasserdampf von 100° C. = 59258 Wärmeeinheiten (Grammcalorien), für flüssiges Wasser von 0° C. = 68924 Wärmeeinheiten und für Eis 70365 Wärmeeinheiten.

Die Zusammendrückbarkeit des Wassers ist gering und nimmt nach Grassi mit steigender Temperatur noch etwas ab. Bei 1 Atmosphäre beträgt sie bei 0° C. 0·0000503, bei 53° C. 0·000041 des Volumens (Grassi).

Der Lichtbrechungsquotient (Brechungsexponent, Brechungsindex) des Wassers ergibt sich nach Untersuchungen von Baden-Powel (Pogg. Annal. 69 pag. 110) innerhalb der Frauenhofer'schen Linien *B C D E F G H* des Spectrums für die Temperatur von 18·75° C. wie folgt:

B	*C*	*D*	*E*	*F*	*G*	*H*
1·3310	1·3320	1·3336	1·3357	1·3380	1·3412	1·3448

Das Absorptionsspectrum des Wassers ist noch nicht mit Sicherheit bekannt. Untersuchungen von Vogel (Pogg. Annal. 156 pag. 326), vorgenommen in der blauen Grotte zu Capri, wo das sie erleuchtende Licht fast ausschliesslich durch Wasser gegangen ist, ergaben, dass das Roth fast ganz verschwunden, das Gelb bedeutend verblasst ist, so dass die *D*-Linie fast nicht zu erkennen war. Grün, Blau und Indigo erschienen hell und die *E*- und *B*-Linie flossen zu einem deutlichen dicken Absorptionsstreifen zusammen. Ueber das Spectrum des Wasserdampfes, vgl. a. Grünwald, Wien. Akad. Berichte 1887.

Das elektrische Leitungsvermögen des Wassers ist sehr gering. Kohlrausch (Dingl. pol. Journ. 222 pag. 283) fand für auf das Sorgfältigste gereinigtes Wasser den Werth $\lambda = \frac{0{\cdot}72}{10^{10}}$, welchen er jedoch noch nicht als den wahren Werth, sondern nur als erreichbare Grenze bezeichnet. Nach neuerlichen im Vacuum ausgeführten Versuchen (Sitzungsber. d. kgl. preus. Akad. d. Wissch. z. Berlin 1884 pag. 501) schätzt Kohlrausch die Leitungsfähigkeit bei 18° auf 0·000000000025 von jener des Quecksilbers.

Das Wasser zeigt ein sehr grosses Lösungsvermögen für feste, flüssige und gasförmige Körper, es ist das allgemeinste Lösungsmittel. Ausser der Natur der Substanz übt auf die Löslichkeit die Temperatur, bei Gasen auch noch der Druck Einfluss. Ueber die Gesetzmässigkeiten bei der Lösung fester und flüssiger Körper im Wasser vgl. Lösung I pag. 651, über jene bei Gasen vgl. Absorbtion I pag. 35. — Bezüglich der Kältemischungen s. IV pag. 570.

Da jedem Gehalte der wässrigen Lösung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Körpers ein bestimmtes specifisches Gewicht entspricht, so vermag man bei reinen Lösungen aus dem specifischen Gewichte den Gehalt derselben zu ermitteln. Von diesem Umstande macht man in der chemischen Praxis zur Gehaltsbestimmung von Lösungen vielfach Gebrauch (vgl. Aräometer I pag. 180).

Hydratwasser nannte man das in Hydroxyden und Säurehydraten vermeintlich enthaltene Wasser. Bekanntlich vereiniget sich Calciumoxyd (gebrannter Kalk, CaO) mit Wasser zu Calciumhydroxyd (gelöschter Kalk), Schwefelsäureanhydrid (SO_3) mit Wasser zu Schwefelsäurehydrat

$$CaO + H_2O = CaO_2H_2$$
$$SO_3 + H_2O = H_2SO_4.$$

Früher betrachtete man diese Vereinigung wirklich als eine Verbindung von Oxyd und Wasser. Nach der heute geltenden Ansicht treten nur die Elemente des Wassers ein, indem der zweiwerthige Sauerstoff des Oxydes durch je zwei einwerthige Gruppen $-OH$ (Hydroxylgruppe) ersetzt wird, so dass den oben genannten Verbindungen die Formeln

$$\text{Calciumhydroxyd} = Ca(OH)_2,$$
$$\text{Schwefelsäurehydrat} = SO_2(OH)_2,$$

zukommen.

Bei manchen Oxyden erfolgt die Wasseraufnahme sehr stürmisch, begleitet von lebhafter Wärmeentwicklung, welche häufig Zischen, selbst Feuererscheinung

hervorruft (z. B. BaO oder P_2O_5), bei anderen ganz ruhig und ohne bemerkbare Nebenerscheinungen. Erstere Hydroxyde, resp. Hydrate geben im Allgemeinen ihr Wasser auch bei den höchsten Temperaturen nicht völlig ab, bei letzteren erfolgt die Abgabe leicht, manchmal theilweise schon bei gewöhnlicher Temperatur und vollständig in der Hitze.

Krystallwasser (Krystallisationswasser) ist das in vielen krystallisirten Verbindungen durch Molekularanziehung gebundene Wasser. In manchen Krystallen ist das Wasser sehr lose gebunden, es entweicht schon nach und nach beim Liegen an der Luft, die Krystalle verwittern. Manchmal wird ein Theil des Krystallwassers erst bei ziemlich hoher Temperatur abgegeben, während ein Theil schon früher bei niederer Temperatur entweicht. Die 7 Moleküle Krystallwasser enthaltende schwefelsaure Magnesia verliert bis 132° C. 6 Molekule, das siebente erst bei 210° C. Man bezeichnet letzteres, inniger gebundenes Wasser als Constitutionswasser, salinisches Wasser, Halhydratwasser. Erlenmayer (Jahresber. d. Chem. 1869 pag. 18) fasst die Halhydratwasser enthaltenden Verbindungen als solche auf, die sowohl an der Basis, als an der Säure noch Hydroxylgruppen enthalten, z. B. das Magnesiumsulfat:

$$SO_2 < \begin{matrix} OH \\ O-Mg-OH, \end{matrix}$$

also einerseits saure, andererseits basische Salze sind, die durch entsprechende Temperatur in die neutralen übergehen. Church (Jahresber. d. Chem. 1876 pag. 168) unterscheidet bei den Krystallwasser enthaltenden Salzen Kryohydrate, deren charakteristischer Wassergehalt nur durch das Herrschen bestimmter niederer Temperaturen fixirt wird, Hygrohydrate, die ihr Wasser nur bei Gegenwart von Feuchtigkeit, Barohydrate, die es nur bei gewöhnlichem Luftdruck behalten, im Vacuum verlieren. So verliert der Autunit, natürliches Urancalciumphosphat mit 10 Mol. Wasser, zunächst als Hygrohydrat 5 Mol. beim Liegen an trockener Luft und hinterlässt dann ein Barohydrat, das noch 3 Mol. Wasser im Vacuum abgibt. Nach Guthrie (Jahrber. d. Chem. 1874, 1875, 1876, 1877) bilden sich Kryohydrate, wenn man verdünnte Salzlösungen langsam immer tiefer unter den Gefrierpunkt abkühlt, wobei sich zunächst reines Eis abscheidet. Nach dessen Entfernung erstarrt endlich bei einer gewissen Concentration das Ganze zu einer krystallinischen Masse von nicht mehr wechselnder Zusammensetzung. Pfaundler (Jahrber. d. Chem. 1877) hält diese Kryohydrate für Gemenge von Salz und Eis.

Natürlich vorkommendes Wasser. In Folge des allgemeinen Lösungsvermögens des Wassers für andere Stoffe ist das natürlich vorkommende Wasser nie rein. Es enthält stets den gegebenen Verhältnissen entsprechende Mengen jener Körper gelöst, mit denen es in Berührung kam. So finden sich im atmosphärischen Wasser die Bestandtheile der Luft, im Quellwasser Bestandtheile der von ihm durchdrungenen Bodenschichten vor u. s. w. Das natürlich vorkommende Wasser kann unterschieden werden in: Meteor- oder atmosphärisches Wasser (Regen-, Thau-, Schnee-, Gletscher-Wasser), Quell- oder Brunnenwasser, an welches sich die Mineral-, Sool- und Grubenwässer anschliessen, Bach- und Flusswasser, Teich- und Seewasser und Meerwasser.

Der hauptsächlichste Repräsentant des Meteor- oder atmosphärischen Wassers ist das Regenwasser. Es ist das reinste natürlich vorkommende Wasser. Es enthält die Bestandtheile und Verunreinigungen der Luft in den ihren Löslichkeitsverhältnissen entsprechenden Mengen, also Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure, die Ammoniakverbindungen der Luft: salpetersaures, salpetrigsaures und kohlensaures Ammoniak, die löslichen und unlöslichen Bestandtheile des atmosphärischen Staubes, Chlornatrium, Kalk und Magnesiasalze, organische Substanzen (gelöst und suspendirt), Keime niederer Organismen (Faulen des Regenwassers). Unter besonderen localen Verhältnissen finden sich auch weitere Bestandtheile, z. B. schweflige Säure, resp. Schwefelsäure in der Nähe von Hüttenwerken, die Kiese rösten, von Fabriken, die mit schwefelreicher Kohle arbeiten, Salzsäure in der Nähe von Sodafabriken u. dgl.

vor. Auch vermag der Wind manchmal Bestandtheile zuzuführen, die normal nicht oder nur in geringer Menge vorhanden sind. Roubaudi zeigte, dass bei Nizza aus der Luft niedergeschlagenes Wasser nur bei unruhigem Meer und Seewind Chlorverbindungen und die übrigen Bestandtheile des Meerwassers enthielt. Lampadius in Freiberg fand im Regen nur bei heftigem Westwind Chlorverbindungen, darunter Chlorcalcium. Ein rasch fallender Regen enthält weniger gelöst als ein langsam fallender, der zuerst fallende Antheil eines Regens ist stets unreiner, besonders reicher an suspendirten atmosphärischen Staubtheilchen, organischer und mineralischer Natur, als der später fallende. Im grossen Durchschnitt enthält 1 Liter Regenwasser 20—30^{cc} Gas, das aus etwa 20—30 Vol.-Proc. Sauerstoff, 60 bis 70 Vol.-Proc. Stickstoff und 5—10 Vol.-Proc. Kohlensäure besteht. Die Temperatur, bei welcher der Regen fällt, übt hier natürlich erheblichen Einfluss. Der Gehalt an Ammoniak, herrührend von den auf der Erde verlaufenden Fäulnissprocessen stickstoffhaltiger, organischer Stoffe, steigt daher mit ihrem stärkeren und öfterem Auftreten und sinkt im gegentheiligen Falle. Regen, entfernt von menschlichen Wohnungen, kann fast frei von Ammoniak sein. Regen, in grösserer Höhe vom Erdboden aufgefangen, ist ärmer an Ammoniak, als der in geringer Entfernung vom Boden gesammelte. Im grossen Durchschnitt finden sich Spuren bis mehrere Milligramme (selten über 10 Mgr.) Ammoniak pro Liter.

Der Gehalt an Salpetersäure ist im Allgemeinen noch geringer als jener an Ammoniak, im Sommer etwas grösser als im Winter. Salpetrige Säure wurde von Schönbein im Regenwasser stets nachgewiesen.

Die Gesammtmenge der im Regenwasser vorkommenden Stoffe (Trockenrückstand) schwankt je nach Umständen. Sie steigt von einigen Milligrammen bis zu 50 und 60 Mgr., jedoch selten darüber. Ganz ähnliche Verhältnisse wie bei Regenwasser gelten auch bei Schneewasser, Gletscherwasser, Thau, Reif etc. Bezüglich specieller Beispiele vgl. Fischer, chem. Technologie des Wassers 1880.

Quell- oder Brunnenwasser. Jener Theil des atmosphärischen Wassers, der nicht verdunstet oder oberflächlich abfliesst, dringt beladen mit den erwähnten Bestandtheilen in den Boden, tritt als Quelle wieder zu Tage oder wird durch Brunnenanlagen künstlich gehoben. Der Sauerstoff des Regenwassers wird, wie zahlreiche Versuche bestätigen, zur Oxydation der organischen Bestandtheile des Bodens verwendet. Girardin fand im Wasser mehrerer, allerdings ziemlich tiefer artesischer Brunnen keine Spur von Sauerstoff. Bei seinem Hervortreten nimmt das Wasser aus der Luft wieder Sauerstoff in erheblicher Menge auf. Das Ammoniak des Regenwassers wird vom nicht verunreinigten Boden zurückgehalten und durch den Sauerstoff zu salpetriger Säure oxydirt, die, wenn der Boden nicht mit faulenden Stoffen beladen ist, rasch in Salpetersäure verwandelt wird. Die Kohlensäure des Meteorwassers wird aber bedeutend vermehrt durch die von der fortschreitenden Verwesung der organischen Bestandtheile des Bodens herrührende Bodenkohlensäure. Das kohlensäurehältige Wasser wirkt lösend auf die in reinem Wasser fast unlöslichen Carbonate des Calciums, überhaupt der alkalischen Erden, des Magnesiums, auch des Eisen- und Manganoxyduls, indem es diese Körper in Form leichtlöslicher Bicarbonate aufnimmt. Auch auf die Silicate der Alkalien und Erdalkalimetalle wirkt ein kohlensäurehältiges Wasser zersetzend und lösend, wodurch einerseits Carbonate resp. Bicarbonate, andererseits auch wasserhältige Silicate in Lösung kommen. Die Kohlensäure des Wassers wird unterschieden als gebundene, d. i. jene, welche mit den vorhandenen Metallen einfache Carbonate bildet, als halbgebundene, d. i. jene, welche mit den Carbonaten Bicarbonate bildet und beim Kochen entweicht und als freie, die nur als solche im Wasser gelöst ist. In manchen Quellen, besonders in vulkanischen Gegenden, ist oft das mehrfache Volumen des Wassers an Kohlensäure gelöst (Säuerlinge). Ausser diesen Körpern finden sich noch Sulfate, Chloride, Nitrate, eventuell Nitrite des Calciums, Magnesiums und der Alkalien, manchmal geringe Mengen von Thonerdesalzen, selten von Phosphaten; endlich organische Substanzen. Die Art und Menge dieser gelösten Bestandtheile wechselt, je nach der

Beschaffenheit des vom Wasser durchsetzten Bodens und der Einwirkungsdauer des Wassers.

Das Wasser eines Granit- oder Gneisbodens ist natürlich ärmer an Mineralstoffen als das eines Kalk, Mergel oder gar eines Gyps haltenden Bodens. Das in den oberen Erdschichten sich sammelnde Wasser, das Grund- oder Flachbrunnenwasser ist stets unreiner, besonders aber reicher an organischen Stoffen, als jenes, welches die Erd- und Gesteinschichten in grösserer Tiefe und auf weitere Strecken durchdrungen hat und das als Quell- oder Tiefbrunnenwasser wieder zu Tage tritt. Diese Erscheinung ist hervorgebracht durch das Absorptionsvermögen des Bodens, resp. die beim Verweilen des Wassers in den tieferen Bodenschichten verlaufenden chemischen Processe, wodurch manche Körper aus dem Wasser abgeschieden werden. So werden hiebei organische Stoffe und ihre Zersetzungsproducte zerstört und zurückgehalten, Alkalisilicate durch Einwirkung von Calcium- und Magnesiumsalzen in unlösliche Doppelsilicate verwandelt u. s. w. Von den einzelnen Bestandtheilen pflegen die Calciumsalze, und unter diesen Bicarbonat und Sulfat vorzuwalten (weniger häufig sind Chloride und Nitrate), dann kommt Magnesium in denselben Salzen, ferner Kalium und Natrium als Carbonat, Chlorid, Sulfat, Nitrat, Silicat, stets etwas Eisen, Thonerde, Kieselsäure und organische Stoffe vor.

Quell- und Brunnenwasser aus geringerer Tiefe hat meist die mittlere Jahrestemperatur des Ortes. Quellwässer aus grösserer Tiefe zeigen in Folge der höheren Temperatur der tieferen Erdschichten, manchmal auch in Folge vulkanischer Thätigkeit, höhere Temperaturen, doch können höhere Temperaturgrade von Quellen auch die Folge chemischer Umsetzungen sein, die sich in den von dem Wasser durchsetzten Schichten vollziehen.

Mineral- oder Heilquellen liefern ein Wasser, welches in Folge seiner qualitativen oder quantitativen Zusammensetzung oder seiner physikalischen Beschaffenheit zu Heilzwecken angewendet wird. Gewöhnlich ist es das besondere Vorwalten eines oder mehrerer Bestandtheile, denen das Wasser seine Wirkung verdankt, und wird dieses Moment auch als Eintheilungsgrund benützt. Säuerlinge zeichnen sich durch grossen Gehalt an freier Kohlensäure aus, von der ein Theil in Folge der Druckentlastung beim Hervortreten des Wassers an die Erdoberfläche entweicht. Enthalten diese Wässer neben anderen Salzen auch noch vorwaltend kohlensaures Natron, so zeigen sie neben dem erfrischend prickelnden Geschmack auch noch einen alkalischen (alkalische Säuerlinge). Alkalische Wässer enthalten vorwiegend kohlensaure Alkalien, alkalisch-muriatische, neben diesen noch Kochsalz, alkalisch-salinische dagegen neben kohlensauren Alkalien viel von anderen Salzen, speciell Chloriden der Alkalien und Glaubersalz (Karlsbad, Teplitz). Bei den salinischen Wässern sind vorwiegend leichtlösliche Salze der Alkalien mit Ausschluss der kohlensauren Alkalien vorhanden, z. B. bei den Glaubersalzwässern schwefelsaures Natron (Marienbad), bei den Kochsalzwässern Chlornatrium (Kissingen, Wiesbaden). Bitterwässer enthalten viel Magnesiasalze, Stahlwässer Eisenoxydulbicarbonat (selten mehr als 0·06 g. p. L.; Pyrmont, Spaa); Schwefelwässer etwas Schwefelwasserstoff, manchmal daneben alkalische Sulfurate und Kohlenoxysulfid (Achen, Burtscheid, Nenndorf). Indifferente Mineralwässer sind warme oder heisse Wässer, deren Gehalt an gelösten Substanzen gering ist und die nur wegen ihrer hohen Temperatur verwendet werden (Gastein 35° C., Pfäfers 44° C.) Als Thermen oder Thermalwässer bezeichnet man Quellen, die eine höhere Temperatur, als der mittleren Jahrestemperatur des Ortes entspricht, zeigen (Karlsbad 74°, Wiesbaden 70°, Teplitz 49°, Bath 47°, Vichy 45° C.). Wasser tiefer artesischer Brunnen kann auch schon Thermalwasser sein. Nachstehend die Zusammensetzung einiger Mineralwässer (s. nächste Seite).

Den salinischen Mineralwässern ähnlich und an sie anschliessend sind die Salzsoolen. Sie finden Anwendung für die Kochsalzgewinnung und die Ammoniaksodafabrication.

Künstliche Mineralwässer. Die natürlichen Mineralwässer erleiden bei der Versendung und Aufbewahrung, wenn nicht besondere Vorsichtsmassregeln bei der Füllung angewandt wurden, leicht Veränderungen, die ihrer heilkräftigen Wirkung nachtheilig sind. Einerseits entweicht bei unvorsichtigem Füllen eine gewisse Menge von Gasbestandtheilen und es erfolgt eine theilweise Abscheidung der durch sie in Lösung gehaltenen Stoffe. Tritt beim Füllen Luft in die Flaschen, so hat das andererseits bei vielen Mineralwässern weitere ungünstige Veränderungen zur Folge. So wird z. B. ein Eisen- und Mangangehalt (in Lösung als doppeltkohlensaures Oxydulsalz) durch Abscheidung von Oxyd erniedrigt, Schwefelverbindungen erleiden eine Oxydation u. dgl.

Derartige Uebelstände können durch die Art der Herstellung künstlicher Mineralwässer und durch die dabei angewandten Apparate in manchen Fällen leichter verhindert werden als bei der Füllung und Versendung natürlicher Mineralwässer. Ausserdem kann man dem künstlich herge-

Analysen von Mineralwässern. — In 1000 Theilen Wasser sind enthalten:

	I. Säuerlinge		
	Alkalisch	Alkal. muriat.	Alkal. salin.
	Krondorf Stephaniequ.	Selters	Karlsbader Sprudel
Analytiker	Gintl	Fresenius	Ragsky
Temperatur	10·3 C.	9—12·8° C.	73·3° C.
Spec. Gewicht	1·00318	bei 21·5 C. 1·00332	—
Kohlensaures Natron	0·81166	0·873873	1·3619
„ Lithion	0·00641	0·003130	—
„ Ammoniak	—	0·004690	—
„ Kali	0·12364	—	—
„ Baryt	—	0·000167	—
„ Strontian	0·00044	0·002180	0·0008
„ Kalk	0·34077	0·308226	0·2978
„ Magnesia	0·38020	0·202190	0·1240
„ Eisenoxydul	0·01259	0·003030	0·0028
„ Manganoxydul	0·00339	0·000510	0·0006
Chlorkalium	0·00518	0·017630	—
Chlornatrium	0·01772	2·334610	1·0306
Bromnatrium	—	0·000909	—
Jodnatrium	—	0·000033	—
Fluorcalcium	0·00051	—	0·0036
Schwefelsaures Kali	0·00436	0·046300	0·1636
„ Natron	0·01276	—	2·3721
Borsaures Natron	—	Spur	—
Salpetersaures Natron	—	0·006110	—
Phosphorsaures Natron	—	0·000230	—
„ Kalk	0·00248	—	0·0002
Thonerde	0·00400	0·000430	0·0004
Kieselsäure	0·00801	0·021250	0·0728
Kohlensäure der Bicarbonate	0·73546	0·610306	
Kohlensäure freie	2·77332	2·235428	
Stickstoff	Spur	0·004088	
Summe der Bestandtheile	5·25098	6·676881	

	II. Salinische M.-W.	III. Bitterwasser	IV. Eisenwasser
	Homburg Elisabethquelle	Hunyady László Bittersalzquelle Ofen	Pyrmont Trinkquelle (Stahlbrunnen)
Analytiker	Fresenius	Balló	Fresenius
Temperatur	10·6° C.	—	12·0° C.
Spec. Gewicht	bei 19° C. 1·1140	—	1·00292
Kohlensaurer Kalk	1·51161	—	0·72698
„ Magnesia	0·02835	—	0·05264
„ Eisenoxydul	0·02317	0·0026	0·05588
„ Manganoxydul	0·00152	—	0·00448
„ Natron	—	0·6740	—
Chlornatrium	9·86090	—	0·15888
Chlorkalium	0·34627	—	—
Chlorlithium	0·02163	—	0·00099
Chlorammonium	0·02189	—	0·00210
Chlorcalcium	0·68737	—	—
Chlormagnesium	0·72886	1·5466	—
Bromnatrium	—	—	0·00009
Brommagnesium	0·00286	—	—
Jodnatrium	—	—	0·00002
Jodmagnesium	0·00003	—	—
Salpetersaures Natron	—	—	0·00016
Schwefelsaures Natron	—	22·7810	0·04193
„ Kali	—	0·1529	0·01648
„ Strontian	0·01778	—	0·00364
„ Baryt	0·00100	—	0·00030
„ Kalk	0·01680	1·6292	0·79293
„ Magnesia	—	24·2065	0·45330
Phosphorsaurer Kalk	0·00094	—	0·00005
„ Thonerde	—	—	0·00008
Kieselsäure	0·02635	0·0584	0·03178
Summe der festen Bestandtheile	13·29731	51·0715	2·34273
Kohlensäure der Bicarbonate	0·68933	1000cc Wasser	0·37036
Kohlensäure freie	1·95059	enthalten 0·4101	2·39526
Summe aller Bestandtheile	—	Grm. Kohlensäure	5·10835

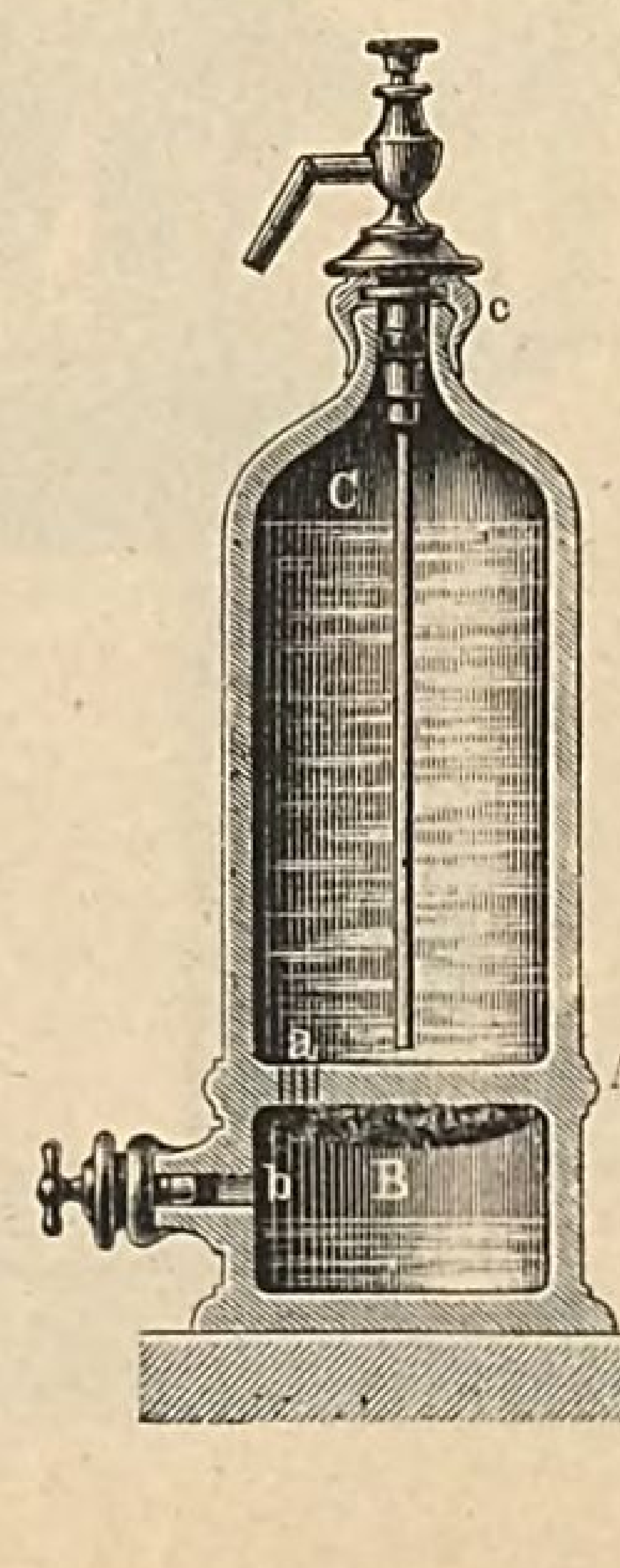
	V. Schwefelwasser	
	Aachen, Kaiserquelle	
Analytiker	Liebig	
Temperatur	55·0° C.	
Spec. Gewicht	1·00349	
Kohlensaures Natron	0·65040	
„ Lithion	0·00029	
„ Strontian	0·00022	
„ Kalk	0·15851	
„ Magnesia	0·05147	
„ Eisenoxydul	0·00955	
Chlornatrium	2·63940	
Bromnatrium	0·00360	
Jodnatrium	0·00051	
Schwefelnatrium	0·00950	
Schwefelsaures Natron	0·28272	
„ Kali	0·15445	
Kieselsäure	0·06611	
Organische Materie	0·07517	
Summe	4·10190	
Kohlensäure	126·94	Gehalt der Quellen an absorbirten Gasen durch Kochen im luftleeren Raum entwickelt in 1000^{cc} Wasser bei 0° C. und 760^{mm} Druck.
Stickstoff	12·78	
Sauerstoff	1·76	
Grubengas	0·52	

stellten Wasser stets den gleichen Gehalt an Bestandtheilen geben, während die Quelle nicht selten zu verschiedenen Zeiten Schwankungen in ihren wirksamen Bestandtheilen unterworfen ist. Manche Mineralwässer sind im Sinne medicinischer Anforderungen nicht rationell zusammengesetzt, sie enthalten Stoffe, welche die beabsichtigte Wirkung schwächen, auf die Verdauung oder den Geschmack ungünstig wirken. Auch hier vermag man bei Herstellung künstlicher Mineralwässer corrigirend zu wirken. Diese Gründe haben das Erstehen von Unternehmungen veranlasst, welche sich mit der Bereitung (Nachahmung) der verschiedensten Mineralwässer auf künstlichem Wege befassen (Struve in Dresden). Im Allgemeinen hat jedoch stets die genaue Analyse des natürlichen Wassers als Grundlage der Nachahmung zu dienen und darf, falls nicht obiger Zweck verfolgt wird, kein Bestandtheil als unwesentlich weggelassen werden.

Die Darstellung künstlicher Säuerlinge erfolgt im Allgemeinen durch Sättigen des mit den betreffenden Stoffen versetzten destillirten Wassers mit Kohlensäure unter dem Drucke mehrerer Atmosphären und sofortiges Auffüllen auf luftdicht verschliessbare Flaschen.

Zur Herstellung kohlensäurehaltigen Wassers im Kleinen für den Hausgebrauch dient vielfach der von Liebig angegebene Apparat Fig. 5414. Eine Steinzeugflasche ist durch den Zwischenboden *A* in eine obere 1½ bis 3 Liter fassende, zur Aufnahme des zu sättigenden Wassers dienende Abtheilung *C* und eine untere ⅛ bis ¼ Liter fassende Abtheilung *B*, in welcher die Kohlensäure aus Natriumbicarbonat und krystallisirter Weinsäure entwickelt wird, getheilt. Der Zwischenboden *A* hat bei *a* einige feine Oeffnungen (Haarröhrchen-Oeffnungen), durch welche die Kohlensäure aus der unteren in die obere Abtheilung tritt. Beim Gebrauche des Apparates schraubt man zuerst die zinnerne Abzapfvorrichtung bei *c* ab, füllt die Abtheilung *C* mit Wasser, resp. mit der zu sättigenden Flüssigkeit, jedoch wie aus der Zeichnung ersichtlich, nicht ganz voll und schraubt die Abzapfvorrichtung wieder auf. Nun löst man den Zinnpropf bei *b*, füllt *B* bis *b* mit Wasser, stellt den Apparat schräg, füllt das Bicarbonat, dann die Weinsteinkrystalle ein und verschraubt bei *b* sofort. Man stellt den Apparat nun aufrecht und befördert durch kräftiges Hin- und Herbewegen die Absorption der Kohlensäure.

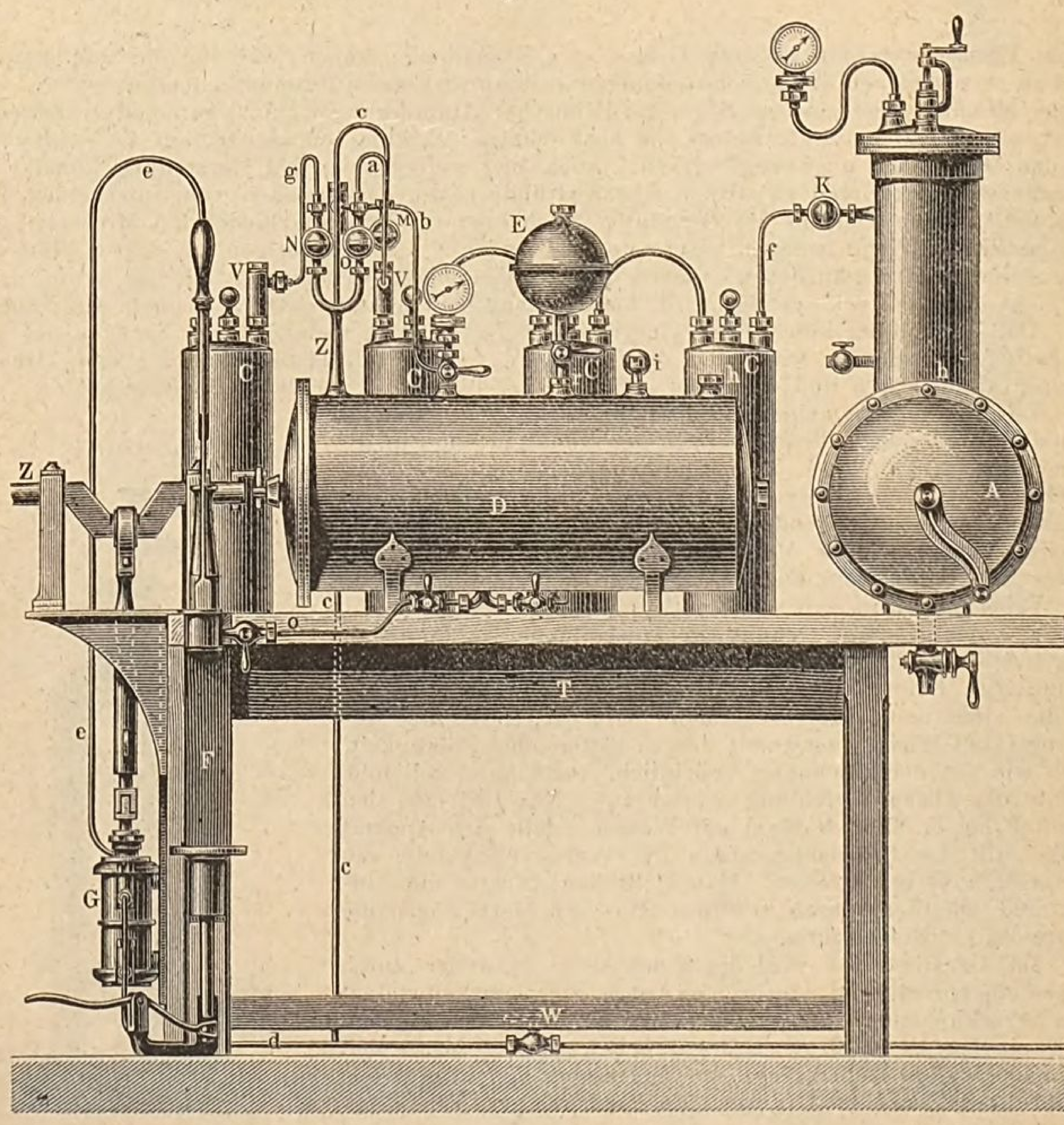
Fig. 5414.



Im Grossbetriebe wird die Kohlensäure entweder durch Pumpen eingepresst (Pumpenapparate) oder man entwickelt sie in verschlossenen Gefässen, so dass sie durch den eigenen Druck eingepresst wird (Selbstentwickler). Neuerer Zeit wird auch flüssige Kohlensäure zur Erzeugung von künstlichen Mineralwässern verwendet (s. u.). Die Pumpenapparate be-

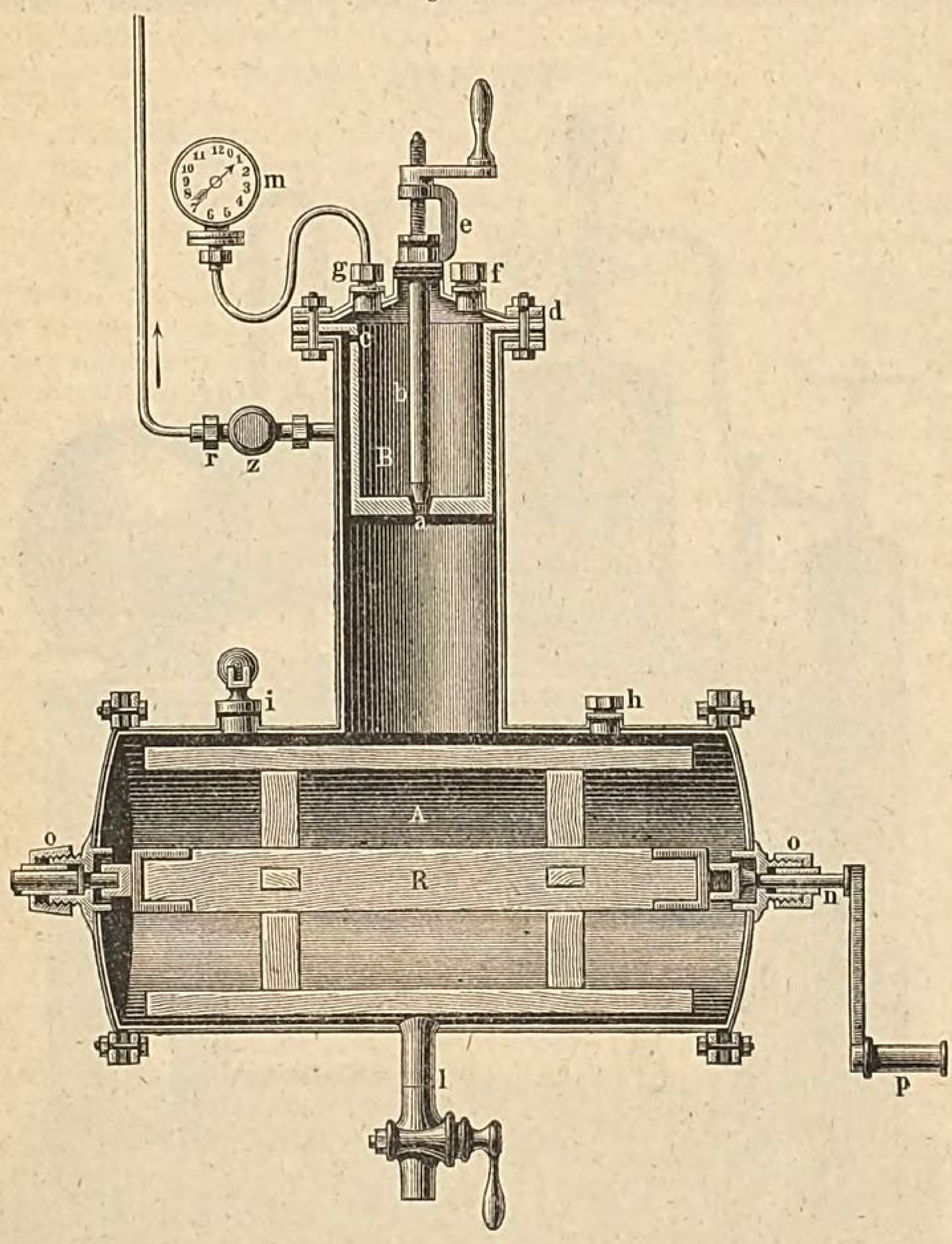
stehen aus dem Kohlensäureentwickler (Generator), den Waschgefässen für die Kohlensäure, dem Gasometer zur Aufsammlung der Kohlensäure, der Pumpe, dem Mischgefässe, in welchem die Sättigung des Wassers mit der durch die Pumpe zugeführten Kohlensäure unter Druck erfolgt, und einer Vorrichtung zum Füllen der Flaschen. Die Kohlensäureentwickler haben die Form eines stehenden oder liegenden Cylinders, einer Kugel oder eines oben abgestutzten Kegels und sind aus Kupfer, Eisen oder Holz, inwendig mit Bleifutter versehen, oder nur aus starken Bleiplatten gefertigt. Sie stehen in Verbindung mit einem Säuregefässe, haben eine Oeffnung zum Eintragen der Carbonate, eine zum Entweichen der Kohlensäure und sind mit Rührwerk und Ablasshahn versehen. Die Waschgefässe für die Kohlensäure sind gewöhnliche Gaswaschflaschen, zur leichteren Erneuerung der Flüssigkeit mit in dieselbe tauchendem Trichterrohr und einem Ablasshahn versehen. Das erste Waschgefäss ist am besten aus Metall (Kupfer, Zinn), die anderen aus Glas gefertigt. Um eine vollkommene Waschung zu erzielen, bringt man das Gas mit Wasser in möglichst innige Berührung, indem man es durch ein Siebrohr unter einem Siedboden in die Flüssigkeit treten lässt, eventuell in der Flüssigkeit noch mehrere Siebböden anbringt. Die Waschgefässe sind dann von entsprechender Form und Weite, gewöhnlich aus verzinntem Kupfer hergestellt. Manchmal ist zwischen Pumpe und Mischgefäss ein Behälter angebracht, in welchem die Kohlensäure noch Schichten frisch ausgeglühter Kohle passirt, manchmal gibt man auch gröbliches Kohlenpulver dem Wasser in einem der Waschgefässe bei. Der Gasometer zur Aufsammlung der Kohlensäure ist ähnlich jenen der Gasanstalten construirt. Die Glocke besteht am besten aus Kupferblech (Zinkblech, verzinktes oder verzinntes Eisen halten nicht lange). Das Gasometerfass ist aus Kupfer oder verzinntem Eisenblech bestehend. Als Sperrflüssigkeit muss ein möglichst von organischen Stoffen freies Wasser, dem man zur Conservirung Holzkohle zusetzt, oder verdünnte Chlorcalcium- resp. Magnesiumsulfatlösung (5—10 Proc.) angewandt werden. Wird das Wasser des Gasometers wegen Uebelriechendwerden öfters gewechselt, so gibt das frische Wasser stets seinen Sauerstoffgehalt an die Kohlensäure ab.

Fig. 5415.



Das Mischgefäss, auch Condensations- oder Compressionsgefäss oder kurzweg Maschine genannt, hat Cylinder- oder Kugelform. Es wird aus starkem Kupferblech hergestellt und innen gut verzinnt. Doch hat man auch Gefässe aus Gusseisen innen emaillirt. Die Mischgefässe sind stets mit einem Rührwerk versehen, eventuell auch selbst beweglich. Sonstige Details der Mischgefässe, sowie die Einrichtung der Selbstentwickler gehen aus dem unten gegebenen Beispiele der Combination der Pumpenapparate und Selbstentwickler hervor. Die Selbstentwickler ersparen die Kraft zum Betriebe der Kohlensäurepumpe und sind einfacher und billiger als die Pumpenapparate. Dagegen brauchen sie mehr Kohlensäure, da vor jeder neuen Füllung die in sämmtlichen Behältern vorhandene hochgespannte Kohlensäure verloren geht. Fig. 5415 zeigt einen Apparat von Vaas und Littmann in Halle, der die Vortheile der Selbstentwickler und Pumpenapparate vereint. *A* ist der Kohlensäureentwickler, dessen Einrichtung sich aus Fig. 5416 ergibt. Der liegende Cylinder *A*, das eigentliche Entwicklungs-

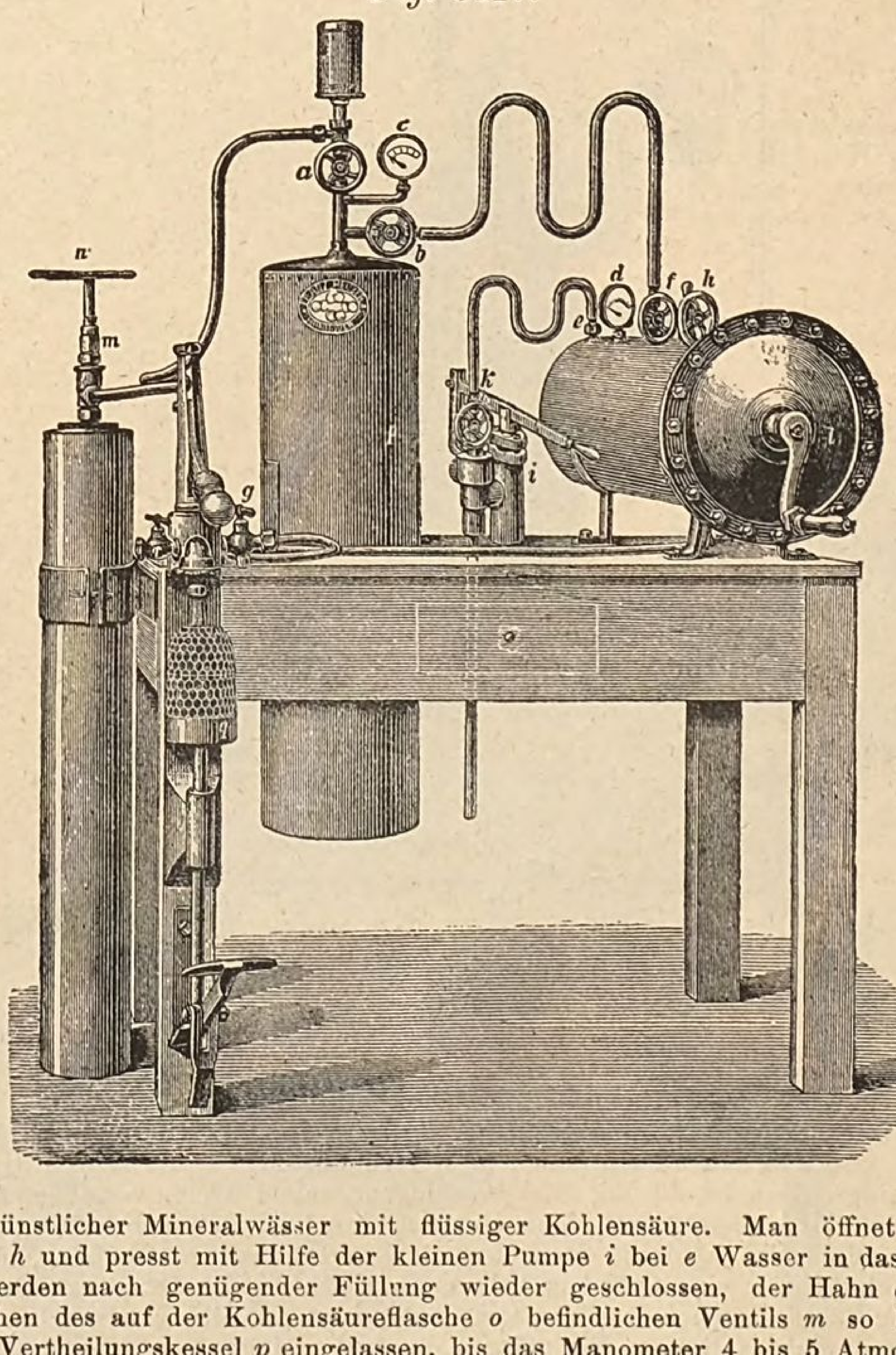
Fig. 5416.



gefäss ist aus starkem Kupferblech hergestellt, innen verzinnt, mit Blei ausgelegt und auf beiden Seiten mit aufgeschraubtem Deckeln verschlossen. An der durch Stopfbüchsen *O* gehenden Messingwelle *n* ist die mit Blei beschlagene, mit 4 Armen versehene hölzerne Rührwelle *R* befestigt. Das Säuregefäss *B*, in einem senkrechten Cylinder befestigt, ist aus Blei, hat bei *a* eine durch das konische Stangenventil *b* verschliessbare Oeffnung, durch die der Säurezulauf erfolgt, bei *c* eine Oeffnung behufs Ausgleichung des Druckes. Durch *f* erfolgt die Füllung der Säure, durch *h* jene der Carbonate, *i* ist ein Sicherheitsventil. Die Kohlensäure entweicht durch das Rohr *r*. Sie gelangt durch den Hahn *K* und das Rohr *f* (Fig. 5415) in die Waschflaschen *C*. Auf der dritten Waschflasche sitzt das Rückschraubventil *V*, damit man nach entsprechender Stellung der Gummihähne *M* und *O* die Kohlensäure entweder durch das Rohr *a* direct in das Mischgefäss *D* oder durch das Rohr *c* nach einem Gasometer führen kann. Das Mischgefäss *D* trägt ausser dem Manometer, dem Sicherheitsventil *i* und der Einfüllöffnung *h* noch den Zumischer *E*. Um bei Herstellung von eisen- und schwefelwasserstoffhältigen Mineralwässern den atmosphärischen Sauerstoff vollständig auszuschliessen, gibt man die betreffenden Lösungen in das Gefäss *E*. Dasselbe sitzt auf einem Rohr *r* mit zwei Längsbohrungen, die beide durch einen Hahn absperrbar sind, und deren eine in ein bis fast

an die Mündung von *E* reichendes Röhrchen verlängert ist. Nach Austreibung der atmosphärischen Luft aus dem Mischapparate durch Kohlensäure öffnet man den Hahn des Zumischers und während durch die eine Bohrung die Flüssigkeit in das Mischgefäss eintritt, entweicht durch die andere und das Röhrchen die entsprechende Menge Kohlensäure. Unten am Mischcylinder *D* ist ein Zweiwegstutzen, von welchem das Rohr zum Flaschenfüllapparate, das andere Rohr zu einer Büffette oder dergl. führt. Mit Weglassung der anderen Theile des Apparates stellen die bisher besprochenen einen gewöhnlichen Selbstentwickler dar. Um den Ueberschuss der nach dem Abfüllen noch im Apparate verbleibenden Kohlensäure zu gewinnen, stellt man den Dreiweghahn an dem zum Manometer des Mischgefässes führenden Rohr so, dass die Kohlensäure durch das Rohr *b* und *c* nach einem Gasometer gelangt. Reicht die in dem Kohlensäureentwickler direct erzeugte Kohlensäure einmal nicht aus, so wird mit Hilfe der Pumpe *G* aus dem oben erwähnten Gasometer durch das Rohr *d* Kohlensäure angesaugt, durch das Rohr *e* die Waschflasche *C* und den Hahn *N* in das Mischgefäss *D* eingepresst, wobei der Hahn *O* geschlossen ist. Durch die Betriebswelle *Z* wird sowohl die Pumpe als auch das Rührwerk des Mischgefässes betrieben. Der in Fig. 5417 dargestellte Apparat dient zur

Fig. 5417.



Herstellung künstlicher Mineralwässer mit flüssiger Kohlensäure. Man öffnet zunächst die Hähne *k* und *h* und presst mit Hilfe der kleinen Pumpe *i* bei *e* Wasser in das Mischgefäss *l*. Die Hähne werden nach genügender Füllung wieder geschlossen, der Hahn *a* geöffnet und durch Aufdrehen des auf der Kohlensäureflasche *o* befindlichen Ventils *m* so lange Kohlensäure in den Vertheilungskessel *p* eingelassen, bis das Manometer 4 bis 5 Atmosphären zeigt. Nun schliesst man *m*, öffnet *b* und *f* und lässt so Kohlensäure in das Mischgefäss ein, dessen Rührwerk man einige Male umdreht. Um die im Mischgefäss befindliche Luft zu beseitigen, ist es nöthig, zunächst bei einem Druck von 1 bis 2 Atmosphären unter Rühren zu sättigen und dann durch Oeffnen des Hahnes *h* die Luft abzublasen. Nach dem Schliessen von *h* wird nun wieder so lange Kohlensäure unter Rühren in den Mischkessel eingelassen, bis dessen Manometer *d* dauernd 4 Atmosphären zeigt, was nach wenigen Minuten der Fall ist. Das Wasser, welches dann gesättigt ist, kann sogleich auf Flaschen gezogen werden. Während des Abfüllens darf der Druck nicht unter 3 Atmosphären sinken, und lässt man daher dem

entsprechend noch Kohlenräure zutreten. Die nach dem Abfüllen im Mischgefässe verbleibende Kohlensäure wird nutzbar gemacht, indem man mit Hilfe der Pumpe *i* neues Wasser einpresst. Dabei bleibt aber der Hahn *h* geschlossen und wird nur dann ein wenig geöffnet, wenn der Druck beim Einpumpen über 5 Atmosphären steigen sollte.

Von den bei der Mineralwasserfabrication zur Anwendung gelangenden Stoffen kommt zunächst das Wasser in Betracht. Für zu Heilzwecken dienende Fabrikate darf nur destillirtes Wasser in Anwendung kommen und muss bei seiner Herstellung mit aller Sorgfalt gearbeitet werden. Für die lediglich zu Luxuszwecken dienenden Brausewässer ist ausser destillirtem auch tadelloses Trinkwasser brauchbar. Bei sonst gutem, aber durch suspendirte Stoffe getrübtem Wasser genügt eine Sand- oder Kohlefiltration, stärker verunreinigte Wässer reinigt man durch Fällung mit etwas Soda. — Die Kohlensäure wird entwickelt aus Natriumbicarbonat, Marmor, Magnesit oder Kreide. Natriumbicarbonat wird des hohen Preises wegen fast nur in kleinen Apparaten, die für den Hausgebrauch dienen, verwendet. Es liefern 168 Gr. beim Glühen 44 Gr. oder 22·3 Liter Kohlensäure (von 0^0 bei 760^{mm}). Bei der Zersetzung durch eine Säure resultirt die doppelte Menge. Die gewonnene Kohlensäure ist sehr rein. 44 Gr. Kohlensäure gleich 22·3 Liter erhält man ferner bei Zersetzung mit Schwefel- oder Salzsäure aus 84 Gr. Magnesit, 100 Gr. reinem Marmor oder reiner Kreide und aus etwa 90 bis 95 Gr. Dolomit, je nach seiner Zusammensetzung. Diese Mengen schwanken jedoch nach der Beschaffenheit der käuflichen Carbonate, die nie chemisch rein sind, sondern stets Gangart, Wasser u. dgl. enthalten. Die Menge der verbrauchten Säure hängt ganz von ihrer Concentration ab. Für 44 Gr. Kohlensäure wären z. B. von Schwefelsäure von 60^0 B. 124·2 Gr., von 66^0 B. 98 Gr. erforderlich. Magnesit liefert durchwegs die relativ reinste Kohlensäure. Dagegen ist Dolomit häufig, manchmal auch Marmor, stets aber Kreide mit organischen Stoffen verunreinigt, die der Kohlensäure einen unangenehmen, nur schwer, oder gar nicht zu beseitigenden Geruch und Geschmack ertheilen. Aus Magnesit und Schwefelsäure geht die Entwicklung am gleichmässigsten, Kreide und Marmor müssen bei Zersetzung mit Schwefelsäure fein zerkleinert sein und die Mischung gut gerührt werden, wenn die Zersetzung vollständig und die Entwicklung gleichmässig sein soll. Kreide erfordert mehr Steigraum (75 Proc. des Entwicklerinhaltes) als Magnesit (50 bis 60 Proc.). Von den Säuren kommen nur Schwefel- und Salzsäure in Anwendung. Sie müssen stets frei von Arsen, die Schwefelsäure auch von Stickoxyden und schwefliger Säure sein. Wenngleich Salzsäure mit Kreide und Marmor eine bequemere Entwicklung gibt als Schwefelsäure, so ist sie doch nicht nur theurer als diese, sondern muss, um das Entweichen von Salzsäuredämpfen zu verhindern, stärker verdünnt werden, braucht daher im Verhältniss mehr Raum. Auch liefert sie beim Mischen mit Wasser nicht die der Gasentwicklung zugute kommende Wärme wie die Schwefelsäure. Bei Berechnung der Materialmengen zur Erzeugung des nöthigen Quantums von Kohlensäure ist zu berücksichtigen die Reinheit der Materialien, ferner dass ihre Zersetzung nie eine völlige ist und dass Kohlensäure durch Abblasen u. dgl. verloren geht. Weiter kommt in Betracht die Ausdehnung der Kohlensäure durch die Wärme, theilweise auch die Abweichung vom Mariotte'schen Gesetze, indem, um 1 Volum Kohlensäure auf $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$ u. s. w. zusammenzupressen, nicht 2, 3, 4, 5 u. s. w. Atmosphären, sondern 1·98, 2·95, 3·89, 4·83 u. s. w. Atmosphären nöthig sind.

Bei Inbetriebsetzung des Apparates wird das betreffende Carbonat mit der doppelten Menge heissen Wassers gut angerührt, die Mischung in den Entwickler gegossen und sogleich etwa $^1/_8$ der erforderlichen Schwefelsäuremenge unter Rühren zugefügt. Man verdrängt die Luft entweder durch Kohlensäure, oder indem man den Entwickler nach Einfüllung des Carbonates mit Wasser ganz vollgiesst, Säure zulässt und durch die entwickelte Kohlensäure mit Hilfe eines Ablasshahnes oder eines provisorisch eingeführten Hebers den Ueberschuss von Wasser abtreibt. Ist das Gas luftfrei, wird es also von Kali- oder Natronlauge vollständig absorbirt, so leitet man es in die vollständig mit Flüssigkeit gefüllten Waschapparate, öffnet den unten angebrachten Ablasshahn, und lässt etwa $^1/_3$ der Flüssigkeit austreten. Nachdem auch der Gasometer mit reiner Kohlensäure gefüllt ist, füllt man das mit dem entsprechenden Wasserquantum versehene Mischgefäss unter 3 bis 4 Atmosphären Druck mit Kohlensäure, lässt entweichen und wiederholt diesen Vorgang, bis auch hier reine Kohlensäure vorhanden ist, worauf man die Sättigung des Wassers vornimmt. Bei Anwendung von Salzsäure sind behufs Reinigung der Kohlensäure stets mehr Waschapparate erforderlich als bei Schwefelsäure, u. zw. füllt man dann zwei mit Soda- oder Potasche-Lösung. Zur Beseitigung von Spuren von Schwefelwasserstoff ist eine mit Natriumbicarbonat versetzte Eisenvitriollösung dienlich, die zugleich einen noch etwa vorhandenen Rest von atmosphärischer Luft, resp. von Sauerstoff bindet. Bituminöse oder animalische Riechstoffe werden durch eine Lösung von Kaliumpermanganat oder mit Hilfe eines Kohlenfilters (s. o.) möglichst entfernt. Zu beachten ist stets, dass eine mit bituminösen Stoffen verunreinigte Kohlensäure schwer vollständig von diesen zu befreien ist und dass sehr geringe Mengen von Riechstoffen ausreichen, um das Product schlechter erscheinen zu lassen, als es wirklich ist. Die dem Wasser zuzusetzenden Salze müssen natürlich chemisch rein sein. Die im Wasser schwer löslichen oder unlöslichen Verbindungen, z. B. die durch Kohlensäure in Lösung gehaltenen, setzt man nicht als solche zu, sondern lässt sie durch Wechselzersetzung während der Operation im Mischgefässe entstehen. Enthält das Wasser Eisen-, Mangan- oder Schwefelverbindungen, so setzt man dem Wasser zunächst die anderen Bestandtheile zu, entfernt sodann sorgfältigst die Luft, lässt hierauf mit Hilfe des mit Kohlensäure gefüllten Zu-

mischers die Mangan- oder Eisenlösung oder das Schwefelwasserstoffwasser zufliessen und sättigt mit Kohlensäure. Um ferner die schädliche Wirkung des Luftsauerstoffes möglichst auszuschliessen, ist es gut, die Flaschen vor dem Einfüllen des Wassers in einer pneumatischen Wanne mit Kohlensäure zu füllen. — Bei der auf Grundlage einer genauen Analyse und entsprechender Zusammenstellung erfolgenden Berechnung der einzelnen, dem Wasser zuzusetzenden Mengen der Bestandtheile werden, wenn man eine Verbindung durch Wechselzersetzung zweier Salze entstehen lässt, dieselben neben ihr und zugleich die entsprechenden Nebenproducte mit dem Zeichen — als von den entsprechenden Brunnenbestandtheilen in Abzug zu bringen angeführt, z. B.

$$MgCO_3\ 1\cdot233 = MgCl_2\ 1\cdot394 + Na_2CO_3\ 1556 - NaCl\ 1\cdot717,$$

d. h. statt der angeführten Menge Magnesiumcarbonat sind die angeführten Mengen Magnesiumchlorid und Natriumcarbonat zu verwenden und um die entstehende Menge Chlornatrium von diesem später weniger hinzuzusetzen.

Drainwasser. Der Inhalt der Drainröhrenstränge, welche man in dem Boden behufs Entwässerung desselben führt, wird von der natürlichen Bodenfeuchtigkeit, dem Grundwasser gebildet, zu dem während der feuchten Jahreszeit das Regenwasser, welches vom Boden aufgenommen wurde und ihn durchdrungen hat, hinzukommt. Es wird durch die Cultur des Bodens und die Art der Düngung in seiner Zusammensetzung beeinflusst. Die zahlreichen Untersuchungen von Drainwasser wurden vorzüglich zur Erledigung der Frage, ob durch Drainirung dem Boden nicht wichtige Pflanzennährstoffe entzogen werden, unternommen. Hiedurch ergab sich, dass Drainwasser besonders nur jene Säuren und Basen wegführt, an denen der Boden in solchen Formationen, die Kalksteine führen, nicht erschöpft werden kann, Kali, Phosphorsäure, Ammoniak dagegen in Folge der Absorptionsfähigkeit des Bodens nur in geringen Mengen im Drainwasser auftreten. Nur Nitrate werden in erheblicherer Menge ausgewaschen.

Die den Bergwerken entstammenden und aus solchen gehobenen Grubenwässer sind z. Thl. als Quellwässer zu betrachten, die aber je nach Art des durchdrungenen Gesteins sehr verschiedene Beschaffenheit zeigen. Oft kommen sie einem reinen Quellwasser gleich, oft enthalten sie, wenn sie salzreiches Gestein durchdrungen haben, Chlornatrium und dasselbe begleitende Salze, Chlormagnesium u. dgl. oder sind, wenn sie mit verwitternden Erzlagern, wie Kiesen, Blenden etc. in Berührung waren, reich an Verwitterungsproducten dieser Körper und sie enthalten dann Sulfate, Metallsalze, oft freie Schwefelsäure (Cementwässer). Je nachdem dann die Bedingungen für die Verwitterung zeitweilig günstigere oder ungünstigere sind, schwankt auch die Beschaffenheit des Grubenwassers so, dass ein und dasselbe Grubenwasser zu Zeiten reich, zu Zeiten wieder sehr arm, selbst frei von Metallsalzen, Sulfaten u. dgl. sein kann. Sehr oft bilden die Grubenwässer durch ihren Erguss in Flüsse die gefährlichsten Verunreinigungen derselben, indem dann das Wasser für den menschlichen und industriellen Gebrauch untauglich und namentlich der Fischzucht sehr abträglich wird (vgl. bei Abwässern).

Flusswasser (Bachwasser). Ein Theil des Meteorwassers sammelt sich auf der Oberfläche in Rinnsalen und fliesst im Vereine mit hervortretendem Quellwasser den Gefällsverhältnissen entsprechend in Form von Bächen und Flüssen dem Ocean zu. Jene, die Gletschern entstammen, welche nicht auf Kalklagern ruhen und jenes Wasser, das in mässiger Gebirgshöhe sich sammelt und über kalkfreies Gestein (z. B. Granit, Gneis) fliesst, pflegt nicht viel mehr feste Bestandtheile zu führen als Regenwasser. Der feste Rückstand beträgt dann oft nur 50 Mgr. im Liter. Nicht selten enthält solches Wasser kohlensaures und an Humus-Säuren gebundenes Alkali und ist dann wohl auch bräunlich gefärbt.

Aus Quellen entströmendes kalkreiches Wasser verliert in Folge Entweichens eines Theiles der halbgebundenen und freien Kohlensäure, während seines Weiterlaufes im Bach- oder Flussbette auch einen Theil der durch sie in Lösung gehaltenen Carbonate. Durch verschiedene Zuflüsse, z. B. durch Abgänge aus stark bevölkerten, an Fabriken reichen Städten, wird der Gehalt an festen Substanzen geändert, der auch je nach dem, durch Regen, Schneeschmelzen u. s. w. verursachten Wechsel des Wasserstandes Schwankungen unterliegt. Je nach der Zeit und dem Ort der Wasserentnahme, ob näher oder weiter vom Ursprunge, ob

vor oder unterhalb einer grossen Stadt u. dgl. ist das Flusswasser wechseind in seiner Beschaffenheit. Stets sind im Flusswasser Gase, Stickstoff, Sauerstoff und etwas Kohlensäure gelöst. Der Gesammtgehalt an festen Substanzen beträgt bei den meisten Flüssen im grossen Durchschnitte zwischen 100 und 225 Mgr. im Liter. Trotz des oben erwähnten Verlustes an durch die Kohlensäure in Lösung gehaltenen Carbonaten herrscht doch häufig noch Calciumcarbonat vor, dann folgen, ebenso wie beim Quellwasser, Sulfate und Chloride des Kalkes, der Magnesia, der Alkalien, seltener Nitrate und Phosphate, geringe Mengen von Alkali-Silicaten, Ammoniak und organische Substanzen u. dgl.

Die organischen Substanzen sind in erheblich grösserer Menge vorhanden, als in Quellwässern und kann die Menge derselben nach Frankland durch die Temperatur beeinflusst werden. Ueber 13° C. tritt leicht, besonders an Stellen, wo Stauungen durch Wehren u. dgl. vorkommen, Fäulniss des Schlammes ein, wodurch vorher unlösliche organische Stoffe löslich werden. Bach- und Flusswasser ist öfters mehr oder weniger getrübt. Die Trübung besteht zumeist aus den feinsten abgeschwemmten Erdtheilchen (Thon u. dgl.), welche durch das Tagwasser zugeführt werden und ist dann nach heftigen Regengüssen oder bei Thauwetter am grössten, seltener aus organischen Gemengtheilen und Mikroorganismen. Auch die Farbe, welche manche Flüsse zeigen, rührt zum Theil von suspendirten Stoffen, theils aber auch von gelösten organischen Substanzen her, wie z. B. die dunkle, grüne oder braune Farbe von manchen Wässern, die Torfmoore durchfliessen.

Das Wasser der Landseen ist in seiner Zusammensetzung abhängig von den Zuflüssen. Manchmal sind solche Seen lediglich Erweiterungen von Flüssen und zeigt ihr Wasser dann die gleichen Eigenschaften wie Flusswasser. Das Wasser der Gebirgsseen kommt meist dem Meteorwasser sehr nahe, während das Wasser der Seen des Flachlandes reicher ist an festen Bestandtheilen. Aehnliches gilt vom Teichwasser, das indessen zumeist sehr verunreinigt und namentlich oft reich an organischen Substanzen ist.

Die Salzseen, d. s. jene Landseen, welche von Salzquellen gespeist werden, oder die auf einem Steinsalzlager entstanden sind, enthalten in ihrem Wasser neben dem Chlornatrium noch die dasselbe gewöhnlich begleitenden Salze, doch zeigt das Wasser der einzelnen Salzseen unter allen Seewässern die grössten Verschiedenheiten. So ist z. B. das Wasser des kaspischen Meeres und des Aralsees von allen anderen Seewässern verschieden durch seinen, den übrigen Bestandtheilen gegenüber, besonders hohen Gehalt an Magnesium- und Calciumsulfat. Das Wasser des Todten Meeres dagegen ist anzusehen als eine Steinsalzmutterlauge, in der Chlorcalcium und Chlormagnesium vorherrschen, während Sulfate fast ganz fehlen; sein Wasser ist zugleich das concentrirteste unter allen Wässern der Erde. In den Natronseen der Oraxes-Ebene in Armenien finden sich kohlensaures, schwefelsaures Natron neben Chlornatrium. In manchen vulkanischen Seen findet sich auch freie Schwefelsäure und Salzsäure, äusserst selten auch Borsäure.

Das Meerwasser ist ausgezeichnet durch seinen hohen Gehalt an Chlornatrium, Magnesiumsulfat und Chlorid, wodurch der deutlich bitterlich, salzige Geschmack bedingt ist, im Gegensatze zu welchem man das nicht salzige Wasser der Flüsse, Quellen u. dgl. als Süsswasser zu bezeichnen pflegt. Der Gehalt des Meerwassers an gelösten Substanzen ist ein hoher, mit wenigen Ausnahmen im Durchschnitt etwa 35 Gr. im Liter, wovon 25 bis 28 Gr. auf das Chlornatrium entfallen. Dann folgen Chlormagnesium, schwefelsaures Calcium und Magnesium, Kaliverbindungen sind in geringer Menge vorhanden, ebenso kohlensaures Calcium, von dem oft nur Spuren nachweisbar sind und welches überhaupt nur in der Nähe der Küsten etwas reichlicher vorhanden ist. Noch weniger ist von kohlensaurem Magnesium vorhanden. Der Gehalt des Meerwassers an Brom ist grösser als der an Jod. An sonstigen Salzen finden sich Nitrate, Nitrite, Ammonsalze, Salze der Kieselsäure, des Eisens, der Phosphorsäure, ferner Fluor, Lithium, Mangan, Baryum, Strontium und Spuren schwerer Metalle, darunter auch

Silber (?). Qualitativ sind die Bestandtheile bei allen Meeren gleich, nicht aber quantitativ. Nach Forchhammer nimmt der Salzgehalt nahe den Küsten stets ab und in den meisten Fällen mit wachsender Tiefe zu.

Eine grosse Anzahl von Beispielen über Qualität und Quantität der in den besprochenen natürlichen Wässern vorkommenden Stoffe findet sich in F. Fischer, chem. Technol. des Wassers 1880 und in Muspratt, encyclopädisches Handbuch der technischen Chem. Artik. „Wasser“, Bd. 7, 3. Auflage.

Die eben besprochene Zusammensetzung des natürlich vorkommenden Wassers ist von grösstem Einflusse auf seine Anwendbarkeit im praktischen Leben. Hiebei kommt fast immer die sogenannte Härte des Wassers in Betracht. Ein die Salze von Schwermetallen, Erdalkalimetallen und Magnesium enthaltendes Wasser gibt mit Seifenlösung durch doppelte Zersetzung einen Niederschlag von unlöslichen Seifen der genannten Metalle und Seife wird beim Gebrauche in derartigem Wasser nicht eher schäumen, als bis durch sie die obigen Metallsalze als unlösliche Seifen abgeschieden sind. Ein solches Wasser ist hart. Von den genannten Verbindungen, welche die Härte verursachen, kommen aber in den gewöhnlichen natürlichen Wässern nur Calcium- und Magnesiumsalze in erheblicher Menge vor, und ein gewöhnliches Wasser ist daher hart, wenn es grössere Mengen von Calcium- und Magnesiumsalzen gelöst enthält. Die Härte eines Wassers wird in Graden ausgedrückt, von welchen man je nach Wahl der Einheit deutsche, englische und französische Härtegrade unterscheidet. Die deutschen Grade bezeichnen Gewichtstheile Aetzkalk (CaO) und Magnesia (MgO) (letztere ausgedrückt durch die äquivalente Menge Aetzkalk) in 100.000 Theilen Wassers englische Grade Gewichtstheile von Aetzkalk und Magnesia (letztere wie oben ausgedrückt) in 70.000 Theilen (einer Gallone) Wassers, französische Grade Gewichtstheile kohlensauren Kalk und Magnesia, letztere gleichfalls umgerechnet, auf die äquivalente Menge von kohlensaurem Kalk in 100.000 Theilen Wassers.*)

Man unterscheidet eine vorübergehende oder temporäre Härte und eine bleibende Härte des Wassers. Beide zusammen machen die Gesammthärte aus. Die erstere ist jener Theil der Gesammthärte, der durch Kochen des Wassers, unter Ersatz des verdampfenden, durch destillirtes Wasser zum Verschwinden gebracht werden kann, der Rest ist die bleibende Härte. Beim Kochen werden die Bicarbonate der alkalischen Erden, der Magnesia (auch des Eisen- und Manganoxyduls) unter Entweichen von Kohlensäure und Abscheidung von unlöslichen Monocarbonaten zerlegt. Jedoch bleibt stets von den Monocarbonaten, weil sie nicht absolut unlöslich sind, etwas in Lösung, und zwar umsomehr, je mehr ihre Löslichkeit erhöhende Alkalichloride anwesend sind. Beim Kochen können auch Umsetzungen zwischen kohlensaurer Magnesia und gelösten Kalksalzen zu kohlensaurem Kalk und gelöstem Magnesiasalz vorkommen, was die bleibende Härte jedoch nur qualitativ verändert. Würde man beim Kochen stark concentriren, so könnte auch Gyps fallen (siehe Kesselspeisewasser). Die Ermittlung der Härte geschieht entweder durch directe Bestimmung der sie bedingenden Bestandtheile des Wassers oder durch Titration mit Seifenlösung (vgl. Kubel und Tiemann, Anleit. z. Untersuchung des Wassers).

Anwendungen des Wassers.

1. Trinkwasser. Gutes Trinkwasser muss vollständig frei von gesundheitsschädlichen Stoffen und zugleich ein angenehmes erfrischendes Getränk sein. Der zweiten Forderung zu genügen, muss es klar, farblos, ohne ausgeprägten Geschmack sein, muss eine entsprechende, auch während der verschie-

*) Bei Zusammenstellung des Ergebnisses einer chemischen Wasseranalyse werden die in den gelösten Salzen enthaltenen Metalle als Oxyde (CaO, MgO, K_2O u. s. w.), die in den Salzen enthaltenen Säuren als Anhydride (SO_3, NiO_5, CO_2 u. s. w.) u. z. in Milligrammen pro Liter angeführt. Sind in der Zusammenstellung Salze angeführt, so ist das nur ein Ergebniss der Ueberlegung und Rechnung auf Grund einer Zusammenstellung der ersten Art.

denen Jahreszeiten wenig schwankende Temperatur (6—12° C.) zeigen und eine gewisse Menge Gase (Sauerstoff und Kohlensäure) gelöst enthalten. Doch sind diese Momente auch für die Beurtheilung der ersten Forderung z. Thl. massgebend. Ist Wasser durch organische, resp. organisirte Stoffe getrübt, durch organische Substanzen oder deren Zersetzungsproducte gefärbt, und dann hiedurch auch oft mit unangenehmen Geruch und Geschmack behaftet, so ist es mindestens verdächtig, wenn nicht schädlich. Eine grössere Menge von Mineralsubstanzen, besonders an Magnesiasalzen, Calcium- und Alkalisulfaten kann bei dauerndem Genusse Beschwerden hervorrufen. Der Gehalt von 0·5 Gr. im Liter an festen Substanzen soll nicht überschritten sein. Ein Trinkwasser, dem Gebiete grosser, stark bevölkerter, industriereicher Städte, also einem schon verunreinigten Boden entstammend, wird oft inficirt von Sielwasser aus Senkgruben, Canälen und von Tagewasser, das an solchen Orten stets mit faulenden Abgängen verunreinigt ist. Solche Wässer können als Ueberträger gewisser Infectionskrankheiten auftreten.*) Derlei Wasser enthält erhebliche Mengen organischer, besonders stickstoffhaltiger Stoffe, deren Fäulniss- und Oxydationsproducte, Ammoniak, salpetrige Säure, Salpetersäure, niedere, für solches Wasser charakteristische Thier- und Pflanzenformen und oft eine erhöhte Menge an Salzen. Ein höherer Gehalt an Kochsalz oder Kaliumsulfat rührt manchmal von menschlichem oder thierischem Harn, Küchenabgangswässern u. dgl. her. In einem stark verunreinigten Boden entsteht mehr Kohlensäure, das Wasser nimmt mehr Kalk und Magnesia auf, es wird härter.

Ausser den bereits genannten Bedingungen muss man daher noch von einem guten Trinkwasser verlangen, dass es kein Ammoniak, keine salpetrige Säure und nur wenig Salpetersäure enthält. Besonders ist ein gleichzeitiges Vorkommen dieser drei Körper verdächtig. Ferner soll der Gehalt an Chloriden ein geringer sein (ausser es rechtfertigen ihn besondere Bodenverhältnisse) und endlich soll auch das Wasser eine mässige Härte zeigen.

Die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung müssen die Resultate der chemischen Analyse bei Beurtheilung eines Trinkwassers ergänzen. Nicht selten sind stark verunreinigte Wässer dem äusseren Anscheine nach rein, d. h. klar, farblos, geruchlos und sogar bis zu einem gewissen Grade wohlschmeckend.

Reinigung von Trinkwasser. Zur Erzielung eines befriedigenden Reinigungseffectes ist erforderlich, dass die organischen nnd besonders auch die organisirten Substanzen vollständig entfernt, resp. bis zur Unschädlichkeit verändert werden und dass das Reinigungsverfahren selbst dem Wasser keine schädlichen oder auch nur unangenehmen Eigenschaften ertheilt. In weiterer Ausführung des im Artikel Wasserbau X pag. 249 über Wasserreinigung im Allgemeinen Gesagten wäre folgendes zu bemerken:

Die Trinkwasserreinigung, welche wenigstens bei Wasserversorgungen im Grossen heute noch nicht völlig befriedigende Resultate liefert, erfolgt entweder durch Filtration allein oder mit Hilfe chemischer Mittel, nach deren Gebrauch eventuell eine Filtration erforderlich ist.

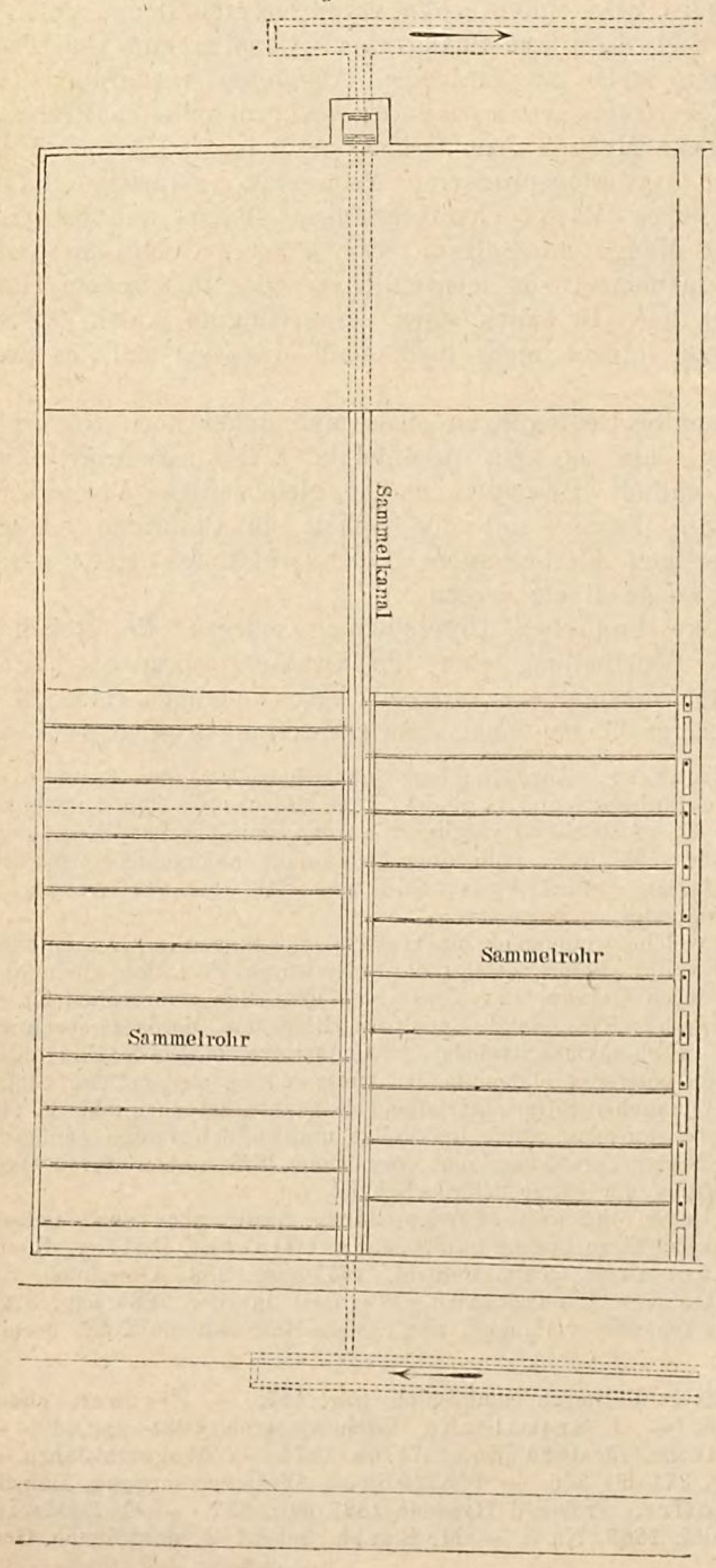
Materialien für Wasserfilter sind: Kies, Sand, Sandstein, Bimsstein, poröser gebrannter Thon, Knochenkohle, Holzkohle, Torfkohle, Coks, Hobelspäne, Badeschwamm, Wolle, Filz u. dgl. und Eisenschwamm. Die Filtration bezweckt einerseits die Ausscheidung suspendirter Stoffe, also Klärung, andererseits u. z. bei manchen Filtermaterialien (Holzkohle, Knochenkohle, z. Thl. bei Sand) Zurückhaltung gelöster organischer Stoffe und Salze und endlich (wenn genügend Sauerstoff vorhanden ist) die theilweise Zerstörung der organischen Substanzen durch Oxydation zu deren Erzielung die Lüftung der Filter erforderlich ist.

Knochenkohle hält beim Filtriren theilweise gewisse Salze, ferner aber auch gelöste organische Substanz, Farb- und Riechstoffe zurück und klärt sehr gut (Hassal, Bolley, Chem. Techn. d. Wassers pag. 61, Liebermann Chem. Centrbl. 1877 pag. 289, Untersuch. der Rivres pollution commission VI Rep. 219, Frankland, Wagner's Jahrber. 1886 pag. 879). Das Absorptionsvermögen der Knochenkohle verringert sich in dem Masse als die Kohle bereits

*) Vergl.: Sechster Ber. d. Rivers Pollution commission pag. 427. — Fischer, chem. Techn. d. Wassers pag. 136. — J. Brautlecht, Virchows Arch. 1881 pag. 80. — Wagners Jahrb. d. chem. Techn. für 1884 pag. 1071 bis 1074. — Wagners Jahrb. d. chem. Techn. für 1886 pag. 871 bis 876. — Wolfhügel, Wasserversorgung, Leipzig 1882. — M. v. Pettenkoffer, Archiv f. Hygiene 1887 pag. 337. — C. Ludwig, Württemb. med. Correspondbl. 1882, Nr. 5. — M. Barth, Schrift. d. naturforsch. Ges. Danzig 5, 53.

mit absorbirten Stoffen beladen ist, bis endlich nichts mehr aufgenommen, ja selbst bei weiterer Filtration sogar ausgewaschen und das Wasser hiedurch nur noch mehr verunreinigt wird. Darum müssen die Kohlenfilter zeitweise entsprechend gereinigt, resp. erneuert werden. Die Holzkohle wirkt etwas, aber viel schwächer absorbirend als Knochenkohle. Auch Sandfiltern kommt, wenn auch in sehr geringem Masse, eine Absorptionswirkung zu. Das beobachtete theilweise Verschwinden der gelösten organischen Stoffe bei der Sandfiltration beruht wohl wesentlich auf einer Oxydation (Witt, Erdmann's Journ. f. prakt. Chem. 70 pag. 134; Unters. d. Rivres pollution commission VI Rep. 217). Die übrigen der genannten Materialien haben eine blos klärende Wirkung. Bischof's Eisenschwamm (Spencer empfahl magnetisches Eisenoxyd, Runge und Medlok Eisendraht zur Wasserreinigung) besteht aus porösem metallischem Eisen, gewonnen aus Kiesabbränden. Wigner, (The Engineer 1879 pag. 22) und Bischoff (Dingl. pol. Journ. 210 pag. 49; 227 pag. 73) fanden, dass mit diesem Filtermateriale alle Fäulnissbakterien zerstört werden. Die oben genannte englische Commission erhielt damit günstige Resultate. Lewin (Ztschr. f. Biolog. 1878 pag. 498) fand diese Filter schlechtwirkend. Nach Fischer ist dieser scheinbare Widerspruch in verschiedenen Versuchsbedingungen zu suchen (vgl. Fischer, Chem. Techn. d. Wassers pag 194 auch Wagner's Jahrber. 1880). Nach W. Anderson ist das neue Wasserwerk für Antwerpen mit Filteranlagen versehen, die unter der Sandlage eine Schichte Eisenschwamm enthalten und sich bewähren sollen (W. Anderson: The Antwerp Waterworks, London 1883). Die Eisenschwammfilter müssen stets mit Wasser bedeckt sein, um ein zu rasches Verrosten zu verhüten. Bei Wasserfiltrationen im Grossbetriebe verwendet man in der Regel nur Sandfilter. Gewöhnlich sind mehrere Schichten Sandes von verschiedener Korngrösse angewendet. Die Feinheit des Sandes, die Filtrationsgeschwindigkeit und die Grösse der Filteroberfläche sind jedem zu klärenden Wasser anzupassen. Je feiner die abzuscheidenden Theilchen, desto feiner muss der Sand, desto höher die Schichte, desto langsamer die Filtration sein, um so grösser muss dann die Oberfläche, resp. die Filteranzahl werden. Dringen durch zu rasche Filtration die suspendirten Theile zu tief in das Filter ein, so ist bei der Reinigung das ganze Filter zu erneuern, während andernfalls nur eine bestimmte Schichte abgenommen wird. Im letzteren Falle bilden die Ablagerungen selbst eine Art Filter. Scharfkantiger Sand ist stets besser als runder. Bei sehr trübem Wasser mit grösseren suspendirten Körpern kommen zur

Fig. 5418.



Beseitigung der gröbsten Verunreinigungen Klärbassins oder Irrgänge in Anwendung (vgl. Fischer, Chem. Techn. d. Wassers pag. 187; Lueger, Dingl. pol. Journ. 254 pag. 233, R. Koch, Wagner's Jahrber. 1883 pag. 1021).

Brauereien, Zuckerfabriken u. s. w. benützen oft Sandfilter, bestehend aus einer 1½ bis 2^{m} tiefen, cementirten Cisterne mit verticaler, unten mit Durchgangsöffnungen versehener Scheidewand in der Mitte. Die Zuflussabtheilung wird zu drei Viertheilen, die Abflussabtheilung bis zur Hälfte der Höhe mit Sand gefüllt, der behufs gleichmässigen Durchdringens des Wassers entsprechend eingestampft wird. In der ersten Abheilung geht das Wasser nach abwärts durch die Oeffnungen in der Scheidewand in die zweite Abtheilung und fliesst in einer gewissen Höhe über dem Rand ab. Ist die in der ersten Abtheilung auf dem Sand abgelagerte Schmutzdecke einmal so weit verdichtet, dass der Wasserdurchgang wesentlich erschwert ist, so wird eine etwa $1—2^{cm}$ dicke Sandschichte abgenommen, was so oft wiederholt wird, bis nur wenig Sand mehr vorhanden und das Filter zu erneuern ist. Bei Filteranlagen, grosser Wasserversorgungen müssen so viel Filter vorhanden sein, dass eines ohne Betriebsstörung behufs Reinigung ausgeschaltet werden kann.

Ein von Kirkwood für Sct. Louis projectirtes Filter ist in Fig. 5418, 5419, 5420, 5421 veranschaulicht, und möge dasselbe hier als Beispiel eines Wasserfilters für den Grossbetrieb angeführt sein. Die Filterlänge beträgt 79·25, die Breite $45·72^{m}$, es hat daher 3623 □*m* wirksame Oberfläche. Der Boden ist entweder durch eine Betonschicht oder eine 45 bis 60^{cm} starke, mit Thon überdeckte, Ziegelschichte wasserdicht gemacht. Durch die Mitte des Filters, der Länge nach läuft ein Canal, den etwa in halber Höhe eine Horizontalwand theilt. Die untere Abtheilung *b* ist der Sammelcanal für filtrirtes Wasser, von wo es in den Abflussbrunnen und von hier in die Leitung zum Reinwasserbrunnen gelangt. In die obere Abtheilung *d* erfolgt der Zufluss des zu filtrirenden Wassers, welches sich über die Seitenwände des Canals in das Filterbett ergiesst und hier gleichmässig vertheilt. Quer durch das Filter gehen in Abständen von 2·5 bis 3.5^{m} Sammelröhren (*c*), die behufs Wasseraufnahme durchlöchert sind. Ihre Form zeigt Fig. 5419. Die Sammelröhren münden einerseits in die untere Abtheilung des Längscanals, andererseits in Luftschächte in den Umfassungsmauern des Filters, damit die etwa in letzterem enthaltene Luft entweichen kann und so die Filtration allerorts gleichmässig erfolgt. Das Filterbett ist wie folgt angeordnet: 60^{cm} Steingerölle, 30^{cm} Kies von Wallnussgrösse, 30^{cm} Kies von Erbsengrösse, 30^{cm} gröberer Sand, 45^{cm} feiner Sand.

Fig. 5419.

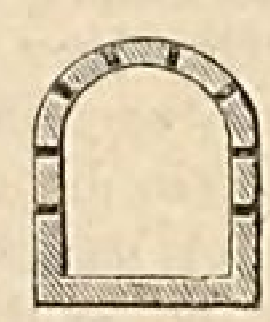


Fig. 5420.

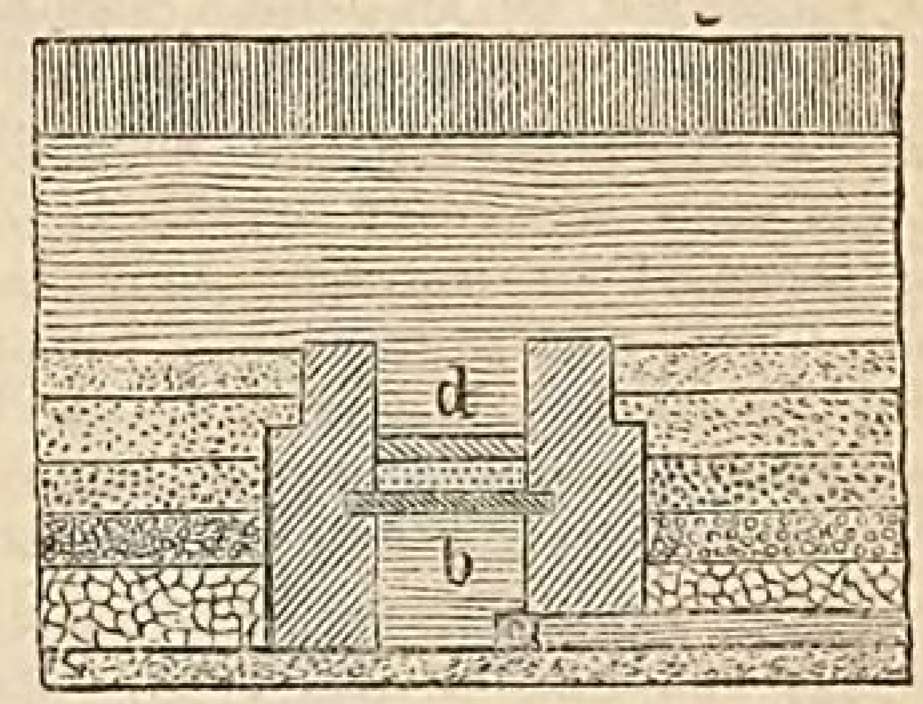
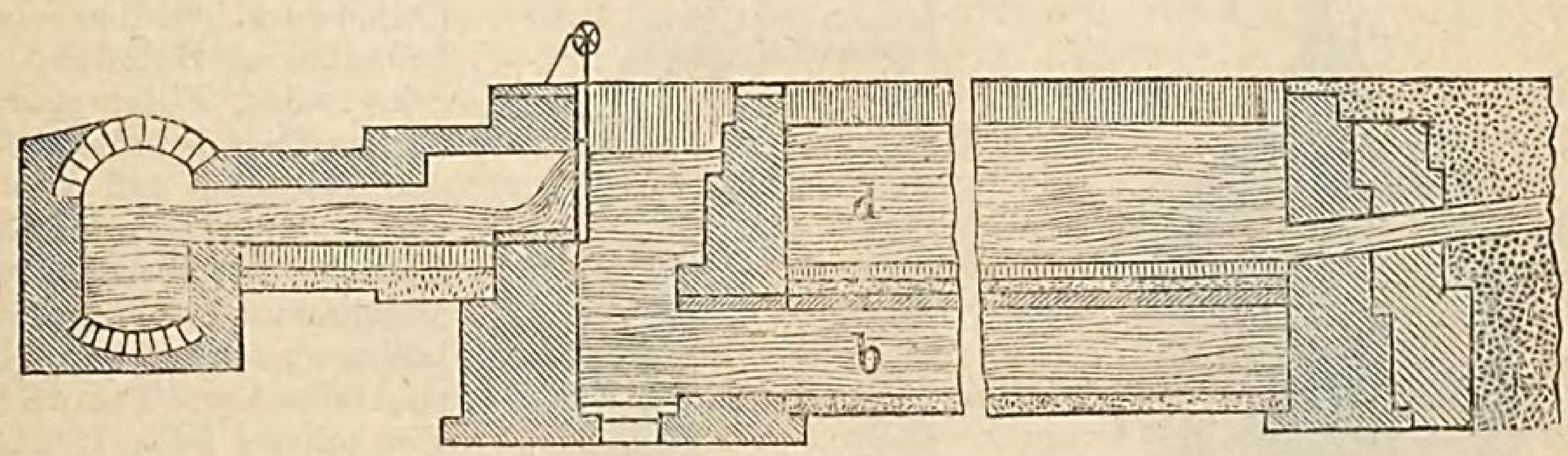


Fig. 5421.



Das Steingerölle liegt auf den Sammelröhren und hindert ein Eindringen der feineren, oben liegenden Materialien in die Oeffnungen derselben. Sand und Kies müssen gewaschen und gesiebt, also frei von Thon und von gleicher Korngrösse sein. Letzteres Moment ermöglicht ein gleichmässiges Durchdringen des Wassers, das hier noch durch den weiten Abstand der Sandschicht von den Sammelröhren erhöht wird. Das Wasser steht etwa 120^{cm} über dem Sand. Es ist das besonders im Winter wegen der Eisbildung nothwendig, damit die Filtration unter der Eisdecke ihren ungehinderten Fortgang nehmen kann. Man hat auch überwölbte Filter, um so den Einfluss der Winterkälte und Sommerhitze fern zu halten. Die Niveau-Differenz der Wasserhöhe im Filter und im Abflussbrunnen bestimmt den im Filter wirkenden Druck. Die Reinigung des Filters erfolgt nach Ablauf des Wassers durch Abnehmen der auf dem Sand gelagerten Schmutzschichte, nebst einer Partie des Sandes (meistens um $12—20^{mm}$). Die nächsten Schichten werden, weil durch die Filtration stark zusammengesetzt, etwas gelockert, und dann wieder frischer Sand aufgeworfen. — Die Leistungsfähigkeit eines

Filters schwankt je nach der Beschaffenheit des Wassers. Kirkwood macht folgende Angaben: In 24 Stunden filtrirte pro Quadratmeter Filterfläche bei den

East London Wasserwerken	3·90 cbm
Lambeth und Chelsea Wasserwerken	3·51 „
Berliner Wasserwerken	3·66 „
Liverpool „	3·66 „

Die das Wasser weiterführende Rohrleitung muss so gelegt sein, dass sie gegen starke Temperaturschwankungen geschützt ist. Sie muss genügend widerstandsfähig sein gegen inneren und äusseren Druck, sie muss so dicht sein, dass Wasser weder aus noch etwa Bodenfeuchtigkeit eintreten kann. Das Materiale der Leitung muss auch gegen Wasser- und Bodenfeuchtigkeit indifferent sein. Das gewöhnlichste Material ist Guss- oder Schmiedeeisen. Solche Röhren sind ziemlich dauerhaft, fest und billig und lassen sich leicht und dicht verbinden. Mit der Zeit erfolgt allerdings ein Angriff durch das Wasser, besonders wenn die Leitung nicht stets mit Wasser gefüllt ist. Ein Anstrich mit Steinkohlentheer, warm auf die rostfreie Oberfläche aufgetragen, soll gut schützen. Dagegen bewähren sich Emailüberzüge auf der Innenfläche nicht. Für kurze, nicht verzweigte Leitungen sind auch Holzröhren dienlich. Jedoch sind sie viel weniger dauerhaft, indem sie leicht der Fäulniss anheim fallen. Sie werden dann undicht, verunreinigen das Wasser durch Holzfasertheile, angesetzte Pilze u. dgl. ertheilen einen unangenehmen Geruch und Geschmack. Neuerer Zeit werden vielfach Röhren aus endlosem Papier, das mit Steinkohlentheer oder Asphalt getränkt ist, verwendet. Solche Rohre werden jetzt auch in Bochum fabricirt, sind sehr dauerhaft, vollständig wasserdicht und sollen bis 20 at. Druck aushalten. Sie zeichnen sich ferner durch ein geringes Wärmeleitungsvermögen aus und sind billig. Auch Steinzeug und Cementrohre werden empfohlen.

Hausfilter. Die eben besprochene Filtration, wo das Wasser vor dem Eintritt in die Leitung gereinigt wird, d. i. die centrale Filtration, kommt nur bei grossem Wasserbedarf in Betracht und liefert bei richtiger Behandlung ein völlig geklärtes und von einem Theil der organischen Substanz befreites Wasser. Dort, wo sie nicht eingeführt ist, bleibt für trübes Wasser nur die Filtration am Consumtionsorte durch Hausfilter. Wiebel bezeichnet dies als peripherische Filtration. Für Hausfilter kommen ausser Sand auch noch die anderen genannten Materialien in Betracht.

Für etwas grösseren Wasserbedarf ist folgendes Filter dienlich (Zeni, Dingl. pol. Journ. 30 pag. 293 und 40 pag. 168). Es besteht aus zwei Bottichen, die so in einander eingesetzt sind, dass zwischen beiden ein entsprechender Zwischenraum bleibt. Der innere Bottich hat keinen Boden und ist unten an den Seitenwänden mit Durchgangsöffnungen für das Wasser versehen. In denselben, sowie auch in den Raum zwischen den beiden Bottichen kommen abwechselnd Sandschichten von verschiedener Korngrösse, eventuell auch eine Lage gekörnter Holzkohle. Das zu filtrirende Wasser fliesst in den inneren Bottich ein und geht hier zunächst durch ein über dem Sande befindliches Holzsieb, durchdringt das Filter und steigt in dem Zwischenraume der beiden Bottiche auf, um durch ein in der Wand des äusseren Bottichs in entsprechender Höhe angebrachtes Hahnrohr abgelassen zu werden. Sehr bequem sind die sog. Tauchfilter. Ein solches ist z. B. das Filter von Danchele (Dingl. pol. Journ. 183 pag. 157). In einem am Boden des Wasserbehälters auf Füsschen stehenden Gefässe mit durchlochtem Boden befindet sich gekörnte Knochenkohle. In dem fest aufsitzenden Deckel ist ein nach aussen mündender Heber (eventuell Kautschukschlauch) angebracht. Durch Ansaugen an der Ausflussöffnung setzt man ihn und das Filter in Thätigkeit. In ganz ähnlicher Weise, etwa zwischen zwei Siebböden, lässt

Fig. 5422.

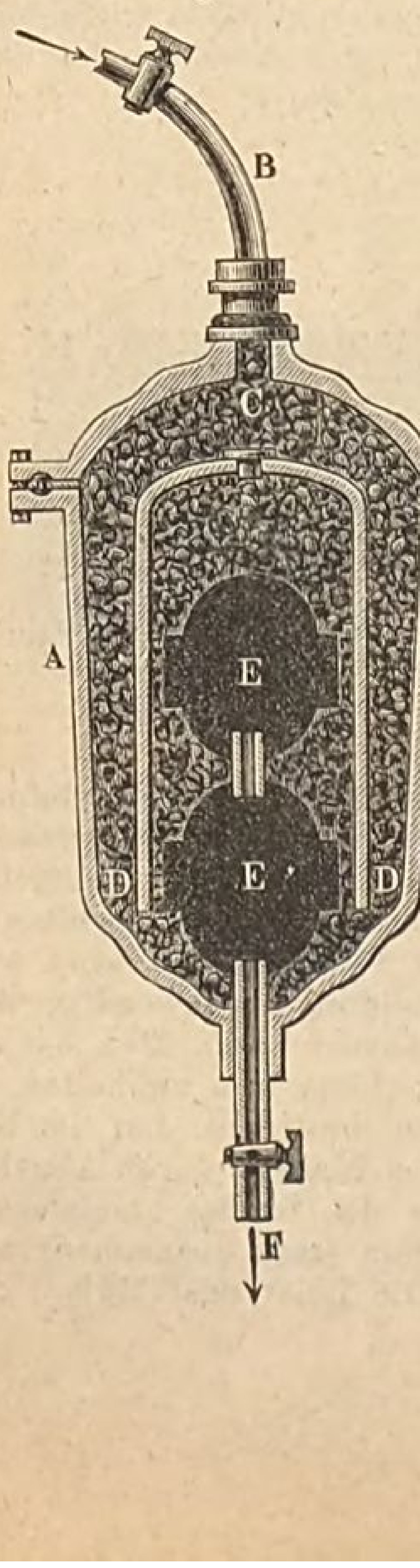
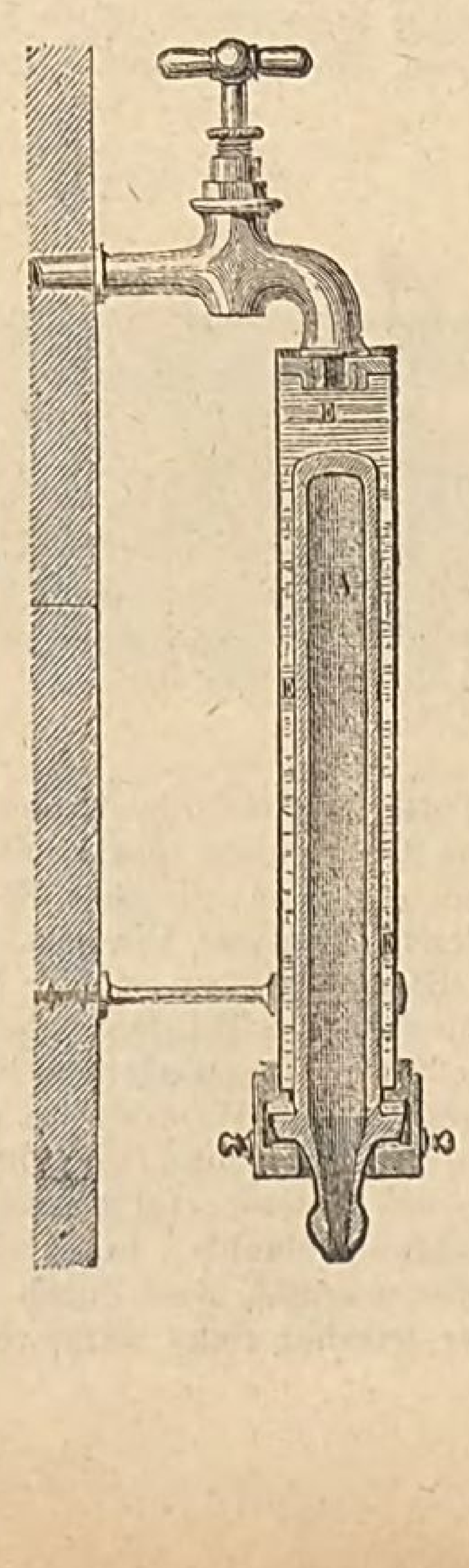


Fig. 5423.



sich in dem erwähnten Gefässe auch ein anderes Filtermateriale, z. B. Badeschwamm, Wolle u. s. w. anbringen. Die Filter aus gepresster, sogenannter plastisch-poröser Kohle werden entweder aus Knochenkohle allein oder aus Knochenkohle, Koks, Holzkohle unter Zusatz von Asbest oder Pfeifenthon hergestellt, indem man diese Substanzen fein zerreibt, mit Leimwasser, Melasse, Theer u. s. w. zu einem formbaren Teig anmacht und in die entsprechende Form presst. Dann wird getrocknet, unter Luftabschluss geglüht, mit salzsaurem, dann mit reinem Wasser gewaschen und wieder getrocknet (Dingl. pol. Journ. 209 pag. 396; Friedberg, Fabr. v. Knochenkohle). Man formt so aus zwei Theilen zusammengesetzte hohle Filterblöcke oder dicke Filterscheiben, die mit einem in den Hohlraum einmündenden Röhrchen versehen werden. Man setzt an dieses einen Heber (Gummischlauch), senkt in das gefüllte Wassergefäss und setzt den Heber durch Ansaugen in Thätigkeit. Solche Filter können in mannigfacher Anordnung auch für grössere Wasserbehälter, Brunnenschächte u. dgl. angewendet werden. (vergl. Muspratt Encycl. Handb. der technischen Chem. v. B. Kerl und F. Stohmann, 3. Aufl., Art. „Wasser"). Ein direct an die Wasserleitung zu befestigendes Filter (Druckfilter) ist das Kohlenfilter von Busse (Dingl. pol. Journ. 201 pag. 106) (Fig. 5422). Das Wasser tritt aus der Leitung durch *B* zu der gekörnten Knochenkohle *C*, um die Glasglocke *D* herum zu den gepressten Kohlenfiltern *E* und schliesslich durch *F* wieder aus. Auch hier lässt sich zwischen zwei Siebböden ein beliebiges anderes Materiale anwenden, wie z. B. bei dem Filter von Bourgeoise (Dingl. pol. Journ. 187 pag. 218). Durch Ineinanderschachtelung zweier Gefässe lässt sich der Weg des Wassers durch das Filter bedeutend verlängern, z. B. bei dem Filter von David (vgl. Fischer, chem. Techn. d. Wassers pag. 150), Forster (Dingl. pol. Journ. 134 pag. 21) filtrirt durch Sandstein. Aehnlich diesen Filtern sind die von Ch. E. Chamberland, bei denen behufs Zurückhaltung aller Mikroorganismen durch poröse Thongefässe filtrirt wird. Das Thongefäss *A* (Fig. 5423) wird mit einer mit der Wasserleitung in Verbindung stehenden Röhre umgeben. Nach Finkelnburg (Centralblatt f. allg. Gesundhpfl. 5 pag. 24) sollen diese Filter wirklich alle Mikroorganismen zurückhalten.

Das Mikromembranfilter von Breyer (Mikromembranfilter, Wien 1884) enthält als Filtermateriale Asbest, mit dem ein Drahtgitter überkleidet ist. Nach Link (Arch d. Pharm. 224 pag. 392) hält es eine grosse Anzahl von Mikroorganismen zurück.

Wenngleich durch Filtration ein Wasser vollständig geklärt und auch bezüglich der gelösten Stoffe bis zu einem gewissen Grade gereinigt werden kann, so vermag doch keines der bisher angewandten Filter mit vollkommener, dauernder Sicherheit alle Mikroorganismen zu entfernen. Auch die gelösten organischen Stoffe werden im günstigsten Falle nur zum Theil beseitigt, so, dass verdächtiges, resp. gefährliches Trinkwasser durch Filtration allein mit Gewissheit nicht unschädlich gemacht werden kann. Ueber die Wirksamkeit der Filter in dieser Richtung vergl. F. Fischer, chemische Technol. d. Wassers 1880 pag. 191—196, G. Wolffhügel, Arbeit. d. kais. Gesundheitsamtes, Berlin 1886 (Berlin, J. Springer) pag. 1, Link, Wagners Jahresber. d. chem. Techn. f. 1886 pag. 878, G. Bischoff, Engineering 40 pag. 354 und 576, Frankland, Zeitschrift f. d. chem. Industrie 1887 pag. 185, W. Hesse, deutsche medic. Wochenschr. 11 pag. 71.

Die Filtration vermag jedoch ein Wasser erheblich zu verbessern und darum ein schlechtes, aber nicht gesundheitsschädliches, z. B. trübes, erdig schmeckendes, mit einem geringen Geruche behaftetes Wasser, das aber nicht durch faulende organische Stoffe verunreingt sein darf, zum Genusse brauchbar zu machen. Von der Filtration wird ferner zur Reinigung v n Wasser, das für gewerbliche oder industrielle Zwecke dienen soll, vielfach Gebrauch gemacht.

Von Wichtigkeit ist die zeitweilige Reinigung, resp. Erneuerung der Filter, da sich beim längeren Gebrauche derselben die zurückgehaltenen Stoffe derartig anhäufen, dass entweder das Filter wenig mehr zurückhält oder aber ganz verlegt wird, andererseits aber Gefahr vorhanden ist, dass die angesammelten organischen Stoffe in Fäulniss gerathen und dann das Wasser nur noch stärker verunreinigt das Filter verlässt. Alle Filter mit organischen Filtermaterialien, wie z. B. Baumwolle, Wolle, Filz, Badeschwämme etc. sind, da sie selbst der Fäulniss anheim fallen können, wenig zu empfehlen. Auch der Zweck und die Wichtigkeit der Filterlüftung wurden schon oben angedeutet.

Durch Gefrierenlassen und Wiederaufthauen ist verdächtiges Wasser nicht unschädlich zu machen. Viel eher ist ein Abkochen und darauf folgendes Filtriren des verdächtigen Wassers ein Mittel, um es geniessbar, resp. unschädlich zu machen. Ob durch Kochen des Wassers alle Mikroorganismen getödtet werden, scheint noch nicht ganz sicher zu sein (vgl. Fischer, Verwerth. d. Abfallstoffe pag. 56, Förster, Verbreit. d. Cholera 1873).

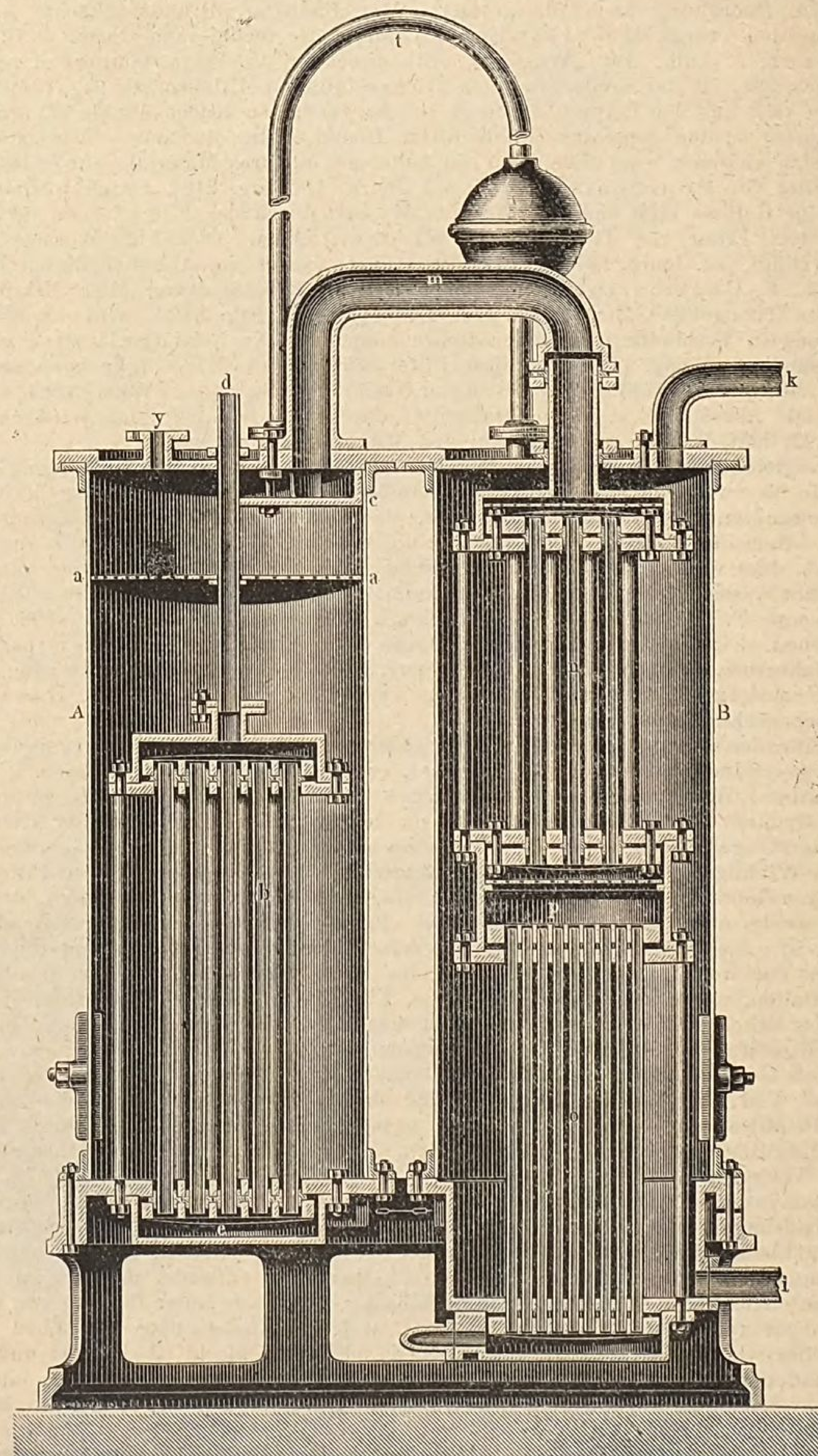
Chemische Reinigung des Trinkwassers. Hierher gehört die Anwendung je zweier Salzlösungen, durch deren Zusammenbringen ein voluminöser, alles Suspendirte einhüllender und beim Absetzen mit niederreissender Niederschlag entsteht. So z. B. ein Zusatz von Alaunlösung zu dem zu reinigenden Wasser, welcher dann entweder mit den im Wasser gelösten Bicarbonaten oder, auf Zusatz von Sodalösung, mit dieser unter Bildung von unlöslichem Aluminiumhydroxyd (Thonerdehydrat) reagirt, welcher Niederschlag wie oben angegeben wirkt. Ebenso wurden Ferrisulfat (Armengard) oder Ferrichlorid (Pelligot und Geming) in Combination mit Soda vorgeschlagen. Man erzielt durch derartige Mittel eine Klärung, aber keine vollständige Desinfection des Wassers. Unreines Wasser fault auch nach solcher Behandlung.

E. Reidemeister (D. R. P. 21210) setzt dem Wasser Kaliumpermanganat (auch Kaliumchromat) und dann Wasserstoffsuperoxyd zu. Unter Sauerstoffentwicklung entsteht ein

voluminöser Niederschlag, der auch die kleinsten Mikroorganismen einhüllen und mit niederreissen soll. Die Methode ist ihrer höheren Kostspieligkeit wegen offenbar nur im Kleinen anwendbar.

F. Schulze versetzt mit etwas Kalkmilch und so viel Kaliumpermanganat, dass die Flüssigkeit nach 15 Minuten noch röthlich ist und bewirkt so eine Oxydation der organischen Substanz, resp. eine Tödtung der Mikroorganismen. In dem klar abgezogenen Wasser wird der überschüssige Kalk mit Natriumbicarbonat entfernt und nach vollzogener Ausfällung das Wasser mit etwas Salzsäure versetzt, um durch die frei werdende Kohlensäure dem Wasser

Fig. 5424.



den nöthigen erfrischenden Geschmack zu ertheilen. Wenn auch diese Methode, besonders bei gleichzeitigem Erwärmen des Wassers, ein befriedigendes Resultat liefert, so bedarf sie doch, wie jede chemische Reinigung des Trinkwassers, einer so peinlichen Ueberwachung der Ausführung, dass sie für eine Wasserversorgung im Grossen nicht anwendbar ist.

Eine Reinigung schlechten Trinkwassers durch Behandlung mit Luft versuchte Frankland (Hoffmann, chem. Industr. 1875, pag. 66). Seine Versuche ergaben, dass die organischen Stoffe des Wassers durch den Sauerstoff der Luft im Gegensatze zu den Vorgängen im porösen Boden so langsam oxydirt werden, dass diese Methode praktisch nicht verwerthbar ist.

Ein exaktes Mittel der Wasserreinigung bildet die Destillation des Wassers. Hiedurch vermag man vollkommen reines Wasser zu erhalten, wenn man die ersten Antheile des Destillates ($^1/_5$ bis $^1/_3$), in denen sich zum Theil die im Wasser vorhandenen Gase und flüchtigen Stoffe (Ammoniak, organische Substanzen und dgl.) finden, beseitigt. Die Mittelpartie des Destillates ist rein. Die letzten Antheile des Wassers ($^1/_5$ bis $^2/_5$) müssen in der Blase zurückgehalten werden, da beim Trockenwerden des Rückstandes theils die nie fehlenden organischen Substanzen, theils manche Salze, z. B. Chlormagnesium zersetzt werden und das Destillat unrein würde. Die Austreibung des Ammoniaks mit den ersten Partien des Destillats kann durch Kalkmilch vollständig gemacht werden.

Zur Erzielung chemisch reinen Wassers leitet Stass den Wasserdampf über rothglühendes Kupferoxyd und condensirt im Platinkühler. Behufs vollständiger Reinigung grösserer Mengen versetzt man auch mit Kaliumpermanganat und Aetzkali, vermeidet ein zu heftiges Kochen der anfänglich stark schäumenden Flüssigkeit und erhält bei Anwendung von Verrichtungen zur Entfernung mechanisch mitgerissenen Wassers, nach Beseitigung der ersten Antheile des Destillates ($^1/_{20}$ des Wassers) einen von allen organischen und unorganischen Stoffen freien Dampf. Die Wasserdestillation ist für die Wasserversorgung der Schiffe und für chemische Arbeiten nöthig. Die in chemischen Laboratorien angewendeten Apparate bestehen meist aus einer kupfernen Destillirblase, einem Helm und Kühler aus gleichem Metall oder aus Zinn. Auch verwendet man Apparate, bei denen der in einer grossen Destillirblase oder einem kleinen Dampfkessel entwickelte Dampf zunächst einen Kupferkasten mit Trockenschränkchen durchstreicht, diese auf 100° C. anheizt und zugleich, von dem mechanisch mitgenommenen Wasser befreit, in den Kühler gelangt. Das Condensationswasser geht in den Kessel zurück, vgl. Destillation II pag. 607.

Auf den Schiffen der deutschen Kriegsmarine sind nach Stohmann, Destillirapparate in 3 Grössen, entsprechend der Besatzung 1·25, 2·40 und 5·00^{cbm} Wasser in 24 Stunden liefernd, angewendet. Fig. 5424 zeigt den senkrechten Durchschnitt eines solchen Apparates. Er besteht zunächst aus den zwei Cylindern *A* und *B* von 0·4^m Durchmesser. Durch das Rohr *d* tritt der Heizdampf in das Röhrensystem *b*, welches von dem zu destillirenden Wasser umgeben ist. Das Condensationswasser gelangt in die Kammer *e* und wird in ein nicht in der Zeichnung dargestelltes Gefäss abgeleitet, aus dem man es, wenn nöthig, heiss ablassen oder durch ein Rohr in den Kühler *o* leiten kann. Das zu destillirende Wasser gelangt durch das Rohr *i* nach *B*, dient als Kühlwasser, wird vorgewärmt und gelangt aus dem obersten Theile von *B* durch ein nicht in der Zeichnung ersichtliches Rohr unter der halben Höhe nach *A*. Der Zufluss wird entsprechend regulirt, der Ueberschuss des Kühlwassers geht durch *K* wieder ab. Der in *A* entwickelte Dampf geht zunächst zur Abscheidung mitgerissenen Seewassers durch die kupferne Siebplatte *a*, schlägt dann gegen die Platte *c* und gelangt durch *m* in den Röhrenkühler *n*. Das hier condensirte Wasser tritt nach *p* und fliesst gemeinsam mit dem hier eintretenden Condensationswasser (s. o.) durch den Röhrenkühler *o* ab und wird eventuell zur Beseitigung des Blasengeschmackes über ein Knochenkohlefilter geleitet. Die aus dem Kühlwasser entweichende Luft wird durch das Rohr *t* in den Dampfraum von *A* geleitet, um sich in dem aus dem Dampfe verdichteten Wasser zu lösen und dasselbe so schmackhafter zu machen. Der Rohransatz *y* auf dem Cylinder *A* dient zur Zuleitung von Retour-Dampf, um eventuell auch diesen für die Wassergewinnung auszunützen. — Einen Trinkwasserdestillationsapparat für Torpedoboote beschreibt Normandy (Engineer 56 pag. 35).

2. Kesselspeisewasser. Die schädlichen Wirkungen eines schlechten Kesselspeisewassers äussern sich entweder in einem directen Angriffe der Kesselbleche (Verrosten, Anätzung) oder durch das Auftreten von pulverigen, lockeren Absätzen respective an den Wänden festhaftenden harten Krusten im Wasserraume, d. i. der Bildung des Kesselsteins. Einen directen Angriff bewirken oder begünstiget die Gegenwart entsprechender Mengen von Luft (Sauerstoff), Kohlensäure, Magnesiumchlorid und Sulfat, Ammoniaksalzen, Nitraten, Nitrirten, freien Säuren (z. B. Mineralsäuren, Schwefelwasserstoff) und Fett (Condensationswasser). Eisen rostet in lufthaltigem Wasser und Kohlensäure unterstützt die Rostbildung. Diese Wirkung zeigt sich besonders dort, wo die Kesselbleche mit diesen Gasen längere Zeit in Berührung stehen (z. B. an kälteren Stellen und bei Kesseln die

über Nacht ausser Betrieb sind); dagegen hilft gutes Vorwärmen des Speisewassers. Magnesiumchlorid (nach Mrazek auch Magnesiumsulfat) zerfällt bei höherer Dampfspannung, also höherer Temperatur, in Hydroxyd und freie Säure.*) Ammonsalze zeigen, wenn auch in geringerem Masse, eine ähnliche Dissociation. Die Wirkung der Nitrate und Nitrite ist auf eine Reduction dieser Körper durch das Eisen der Kesselbleche (besonders bei alkalischer Reaction des Wassers) zurückzuführen. Die Wirkung der Ammoniaksalze und Nitrite ist wegen des geringen Gehaltes der gewöhnlichen Speisewässer an diesen Körpern wenig in's Gewicht fallend. Saure Grubenwässer corrodiren durch ihre lösende Wirkung, ebenso Wässer, die Schwefelwasserstoff oder Schwefelmetalle gelöst enthalten, in Folge von Schwefeleisenbildung. Ferner sollen Wässer, die grössere Mengen humusartiger Stoffe enthalten, wie z. B. Torfmoorwässer, schädlich sein (Fischer, chem. Techn. d. Wassers 1880 pag. 213).**) Fetthaltiges Wasser (wie stets die Condensationswässer bei Anwendung von Fetten als Schmiermittel sind) greift ebenfalls stark an, indem durch Einwirkung des Wassers unter erhöhter Temperatur (Druck) die Fette unter Abscheidung freier Fettsäuren, die corrodirend wirken, zerlegt werden. Andererseits können fetthaltige Kesselsteinbildungen (Seifen) auftreten, die eine schwer benetzbare Schicht bilden. Auch schäumen fettige Speisewässer stark und verunreinigen oder verstopfen hiedurch die Manometer, Wasserstandszeiger u. s. w. Die Nachtheile der Kesselsteinbildung sind: 1. Höherer Brennstoffverbrauch wegen schlechterer Wärmeleitung der mit Kesselstein belegten Wände. 2. Ueberhitzung, ja selbst Glühen der Feuerplatten, somit Beschleunigung ihrer Abnützung. Häufig treten dann Ausbauchungen der Kesselbleche durch den Druck ein, welche leicht bis zum Durchbruche führen können. 3. Gefahr des Eintrittes von explosivem Sieden bei einer plötzlichen Loslösung einer grösseren Kesselsteinpartie, wodurch das Wasser dann plötzlich mit einer stark überhitzten, vielleicht glühenden Wand in Berührung kommt. Es sollen dadurch selbst Explosionen eintreten. Das Losmeisseln harter Krusten ist selbstredend stets mit einer Kesselschädigung verbunden. 4. Selbst lockere, pulverige Absätze können schädlich sein, indem stets die Gefahr vorliegt, dass sie einmal durch Umstände doch zur Verkittung gelangen. Schäumt ein solches Wasser, so werden die Schlammtheilchen vom Dampf mitgerissen und verunreinigen dann Manometer, selbst Maschinentheile. Auch stark durch Jauche verunreinigte Wässer schäumen (Wagners Jahrber. 1882 pag. 950). Als Kesselsteinbildner können auftreten alle durch Kochen und fortgesetzte Concentration leicht abscheidbaren, resp. zersetzbaren Bestandtheile des Speisewassers. Das sind die Bicarbonate des Calciums, Magnesiums (event. Eisens), Silicate, Thonerdesalze, ferner (falls der Druck und somit die Temperatur genügend hoch ist) Magnesiumchlorid und Sulfat (s. o.) und endlich Gyps. Es finden sich somit je nach Umständen in Kesselsteinen kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia, Magnesiumhydroxyd (aus Carbonat, Chlorid oder Sulfat s. o.), schwefelsaurer Kalk, Eisenoxyd, ferner kommen auch vor organische Stoffe, Fett (s. o.) und in geringer Menge Thonerde, Mangan, Kieselsäure, Phosphorsäure, Spuren von Alkalien, Chloride u. dgl. vor. Der Gyps fällt erst bei zunehmender Concentration je nach der Temperatur (also Dampfspannung) als verschieden gewässertes oder wasserfreies Salz ($2CaSO_4 . H_2O$, $CaSO_4 . H_2O$, Mrazek, Dingl. pol. Journ. 194 pag. 141). Er scheidet sich krystallinisch aus und bildet das Verkittungsmittel. Darum sind auch im Allgemeinen die viel Calciumsulfat enthaltenden Kesselsteine die härtesten, festhaftendsten und somit bösartigsten. Jedoch trifft man auch nur Carbonate enthaltende feste Steine an. Die Verkittung erfolgt hier durch später, erst bei grösserer Concentration fallendes Carbonat, indem ja die erwähnten Carbonate in Wasser nicht ganz unlöslich sind, so dass beim Kochen der grösste Theil zwar gleich, ein geringer Antheil aber erst später fällt.

*) Diese wird bei entsprechenden Mengen von kohlensaurem Kalk unschädlich.
**) Reinigung solcher Wässer nach Möller, Wagners Jahrber. 1880 pag. 731.

Die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Kesselsteine ist somit verschieden, je nach der Natur des Speisewassers. Jedoch vermag auch die Dampfspannung resp. die Höhe der Temperatur im Kessel auf die Zusammensetzung Einfluss zu üben.

Reinigung des Kesselspeisewassers. Unter den zur Speisewasserreinigung vorgeschlagenen und angewandten Mitteln stehen jene obenan, welche die schädlichen Bestandtheile aus dem Speisewasser entfernen, resp. in unschädliche Verbindungen umwandeln. Diese chemische Reinigung kann ausserhalb oder innerhalb des Kessels erfolgen. Nur die Reinigung ausserhalb des Kessels ist rationell, indem, wie bereits bemerkt, das Vorhandensein von schlammigen Absätzen im Kessel in verschiedener Weise schädlich werden kann.

Zu entfernen sind eventuell Caliumbicarbonat, Magnesiumbicarbonat, Magnesiumchlorid und Calciumsulfat (Fett, freie Säure, Schwefelwasserstoff, Schwefelmetalle, Eisensalze).

Die Bicarbonate (temporäre Härte) werden durch Bindung der überschüssigen Kohlensäure durch eine starke Base in unlösliche Monocarbonate verwandelt und so entfernt. Im Grossen verwendet man gelöschten Kalk, resp. Kalkwasser (Clark 1841) oder Aetznatronlösung. Der Zusatz erfolgt rationell auf Grund chemisch-analytischer Bestimmungen und ist ein erheblicher Ueberschuss zu vermeiden.

Ein Ueberschuss an Aetzkalk kann unter Umständen, z. B. bei Anwendung der Stingl-Bèrenger'schen Reinigungsmethode nach Stingl (Dingl. pol. Journ. 206 pag. 304) zur Bildung eines harten Kesselsteines Veranlassung geben, und ist, falls das Wasser ausser zur Kesselspeisung noch zu anderen Zwecken Anwendung findet (z. B. bei Wäschereien, Spinnereien, Färbereien) auch sonst nachtheilig. Wenn Nitrate vorhanden sind, äussern sie bei dem stärker alkalisch reagirenden Wasser umso leichter und eher ihre nachtheilige Wirkung. Nach der Entfernung des Calciumbicarbonats bleibt stets noch so viel Kalk in Lösung, als dem Löslichkeitsverhältnisse des kohlensauren Kalkes im Wasser entspricht, weshalb die Härte nach der Reinigung nicht gleich Null sein kann. Zu berücksichtigen ist, dass falls sehr viel organische Stoffe anwesend sind, auch diese einen Theil des zugesetzten Kalkes beanspruchen können. Die Reaction zwischen den Bicarbonaten und dem Kalk erfolgt nach Vorbach (Dingl. pol. Journ. 222 pag. 92) bei kräftig bewegter Flüssigkeit rasch, andernfalls langsam. Die Entfernung des Magnesiasalzes gelingt bei einem der überschüssigen Kohlensäure entsprechenden Kalkzusatze nicht vollständig (Günsberg, Dingl. pol. Journ. 228 pag. 451). Vollständig erfolgt sie nach Cochenhausen (d. Rein. d. Wassers m. Berücks. d. Verw. i. d. Textilind. Inauguraldisert. 1886 pag. 24), wenn soviel Kalk angewendet wird, dass Magnesiumhydroxyd entsteht. Leicht gelingt die Füllung der Magnesia überhaupt mit Aetznatron (Stingl s. u). Die Entfernung der Bicarbonate durch Salzsäure (Dingl. pol. Journ. 176 pag. 476 und 221 pag. 90) ist wenig empfehlenswerth. Sie verlangt die peinlichste Ueberwachung, weil auch ein geringer Säureüberschuss schädlich wirkt und ist bei Anwesenheit von viel Magnesiumbicarbonat durch Bildung von Magnesiumchlorid nachtheilig. Die Entfernung von Magnesiumchlorid oder Sulfat erfolgt am besten durch Aetznatron. Soda eignet sich hiezu nicht gleich gut, weil die Fällung der Magnesia durch sie an sich, und umsomehr bei der grossen Verdünnung unvollständig ist, resp. kaum erfolgt. Die Beseitigung des Calciumsulfates dagegen geschieht am besten mit Soda, wobei der Kalk als Carbonat fällt, während hier unschädliches Natriumsulfat in Lösung bleibt. 106 Thl. wasserfreies und 286 Thl. krystallisirtes Natriumcarbonat (Krystallsoda) zerlegen theoretisch 136 Thl. Calciumsulfat ($CaSO_4$, die 56 Thl. CaO und 80 Thl. SO_3 entsprechen).

Auch ein zu grosser Ueberschuss an Soda ist ungünstig. Ein solches Wasser soll stark schäumen, resp. es tritt, wenn es eine gewisse Concentration erreicht hat, ein stossweises, selbst explosives Sieden und ein erhebliches Ueberreissen von Wasser mit dem Dampfe ein. Manchmal ist natürliches Wasser sodahältig (manche Wässer der ungarischen Theisgegend, vgl. Schwackhöfer, Lehrb. d. landw. chem. Techn. Bd. I pag. 215). Sie werden durch Behandlung mit Gypslösung gereinigt, wobei Calciumcarbonat entsteht, während unschädliches Natriumsulfat gelöst bleibt. De Haën verwendet statt Soda Baryumchlorid. Es fällt unlösliches Baryumsulfat und Chlorcalcium bleibt gelöst. Magnesiumsulfat wird dadurch gleichfalls unter Abscheidung von Baryumsulfat in Magnesiumchlorid verwandelt, welches ungünstig wirken kann. 244 Thl. krystallisirtes Chlorbaryum ($BaCl_2 + 2aq$) zerlegen 136 Theile Calciumsulfat (entsprechend 80 Thl. SO_3). Sind mehrere Kesselsteinbildner gleichzeitig anwesend, so werden die erwähnten Reagentien combinirt. Die wichtigsten zur Reinigung des Kesselspeisewassers angewendeten Methoden sind nachstehende.

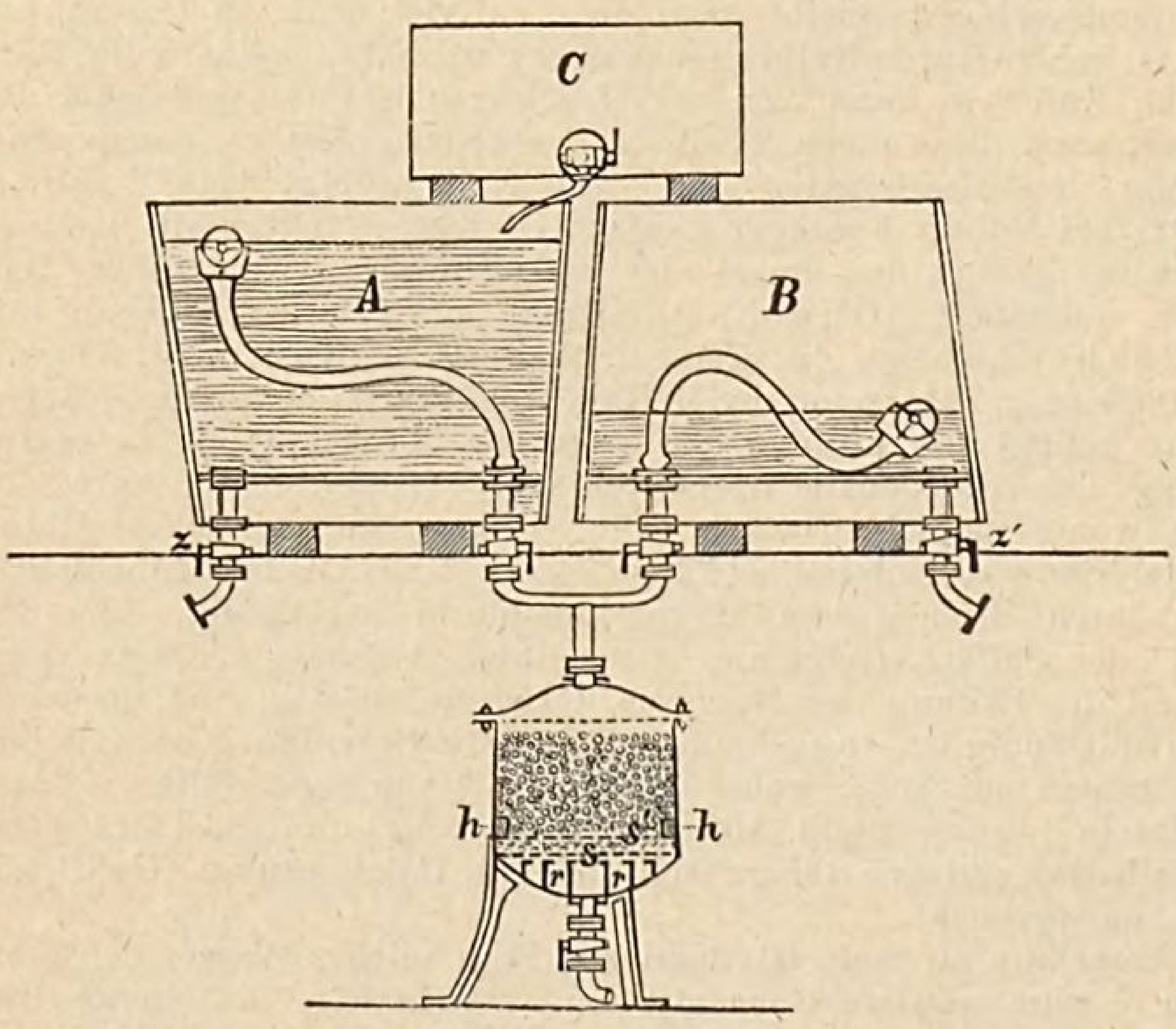
Methode von Stingl-Bérenger*). Durch ihre Anwendung erfolgt die Abscheidung der Calcium-, Magnesium- und Eisensalze, der Thonerde, der Silicate, ferner fettartiger Bestandtheile, sowie eines Antheils der organischen Substanzen. Die Reinigung erfolgt durch Aetznatron allein oder im Gemenge mit Kalk und Soda. Ist ebensoviel freie und halbgebundene Kohlensäure da, als dem Calciumsulfat äquivalent ist, so genügt Aetznatron allein, indem das daraus entstehende Natriumcarbonat gerade zur Zerlegung des Calciumsulfates ausreicht. Ist Kohlensäure, resp. Bicarbonat gegen Calciumsulfat vorherrschend, so wird soviel Aetznatron ange-

*) A. Bérenger und J. Stingl, Weichmachen, Reinig., Klär. d. Wassers f. jed. industr. Zweck. Wien 1878, Selbstverl. d. Verf.

wendet, dass das entstehende Natriumcarbonat den Gyps zerlegt, während der Ueberschuss der Bicarbonate durch Kalk gefällt wird. Man verwendet also Aetznatron und Kalk. Herrscht Calciumsulfat gegen die Bicarbonate vor, so wendet man Aetznatron und Soda an. u. z. so viel Aetznatron, dass die Bicarbonate dadurch vollständig zerlegt werden, und so viel Soda, als zur Zersetzung des Calciumsulfates nöthig ist, weniger jener Menge, die aus dem Aetznatron entsteht (vgl. Stingl, Chem. Centralblatt 1877 pag. 556).

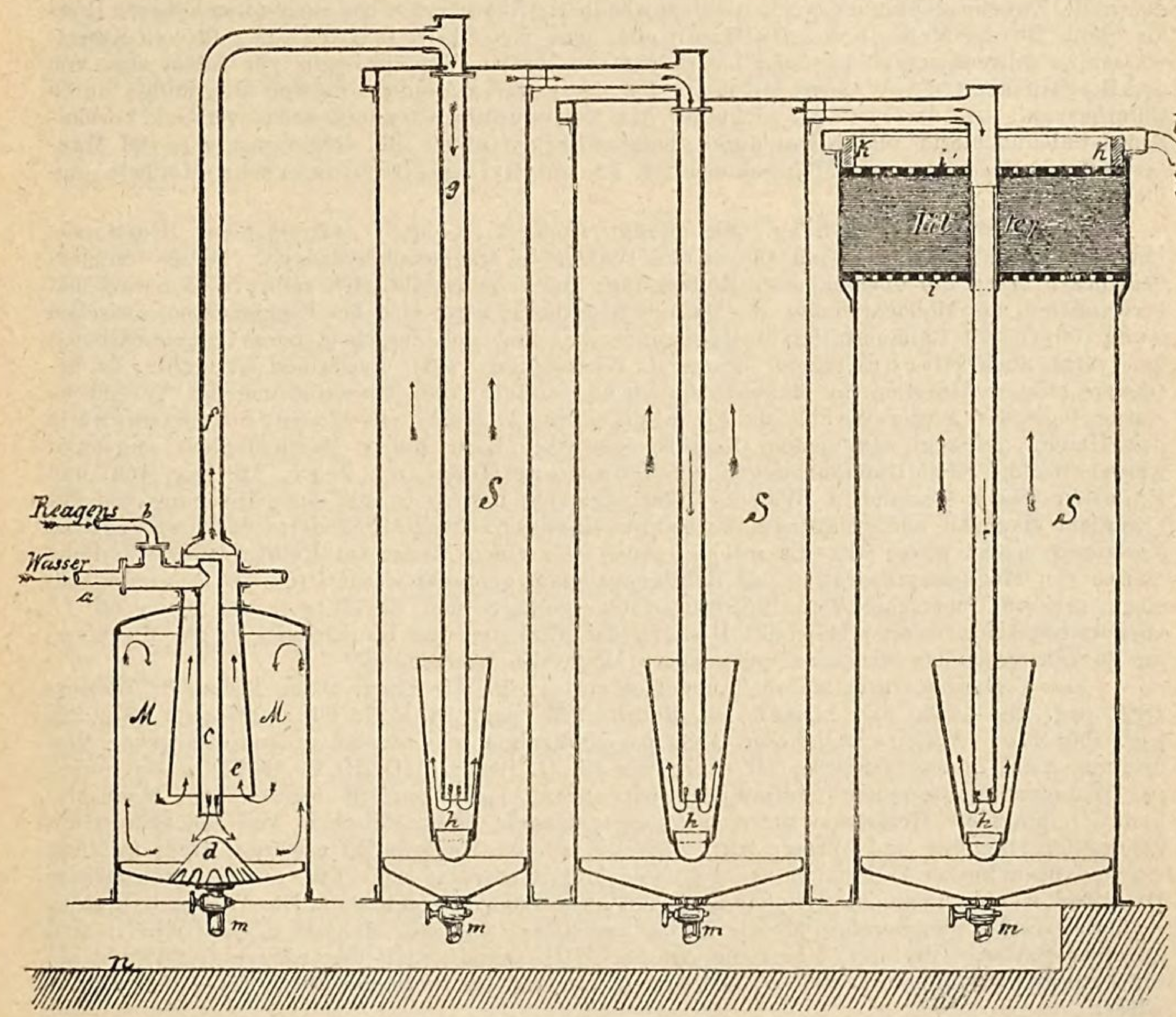
Magnesiumsulfat oder Chlorid werden, ebenso wie eventuell vorhandene Eisensalze (Grubenwasser) durch das Aetznatron unter Abscheidung der Hydroxyde zerlegt, während Natriumchlorid oder Sulfat in Lösung geht. Vorhandenes Fett wird durch Kalk als unlösliche Kalkseife entfernt. Sollten Schwefelverbindungen (Schwefelwasserstoff Schwefelalkalien) da sein, so werden sie nach Zusatz von etwas Eisenchloridlösung durch das zugesetzte Aetznatron oder den Kalk als Schwefeleisen gefällt. Die Reagentien werden in Form klarer Lösungen angewendet. Zur Bereitung dieser Lösungen dient die zur Wasserreinigung verwendete, in Fig. 5425 dargestellte Vorrichtung. Die Aetznatronlösung stellt man sich durch Wechselwirkung von Kalkmilch und Sodalösung her. Man lässt die gut durchgerührte Mischung absitzen und zieht mit Hilfe der Decantirvorrichtung vom abgesetzten Calciumcarbonat ab. 56 Thl. gebrannter Kalk (CaO) zerlegen 106 Thl. Natriumcarbonat (Na_2CO_3). Bei geringerem Wasserbedarf genügt als Reinigungsvorrichtung ein als Misch- und Klärgefäss dienendes, mit Decantirvorrichtung versehenes Reservoir. Für grösseren Wasserbedarf eignet sich die in Fig. 5425 dargestellte Vorrichtung. Der jeweilig leergewordene der beiden Bottiche A und B wird mit einer bestimmten Menge des Wassers gefüllt, die entsprechende Menge Reagenslösung zufliessen gelassen, während einiger Minuten kräftig durchgerührt und kurze Zeit ruhig stehen gelassen. Sodann zieht man mit Hilfe der Decantirvorrichtung von dem abgesetzten Niederschlage ab und filtrirt das Wasser behufs vollständiger Klärung (es ist von fein suspendirten Theilchen des Niederschlages, die sich erst nach längerer Zeit absetzen würden, etwas getrübt) durch ein Filter. Die Decantirvorrichtung besteht aus einem Gummischlauch, dessen trichterartig erweiterte Mündung durch einen Kugelschwimmer stets etwas unter dem Wasserspiegel gehalten wird. Das untere Schlauchende ist durch ein mit einem Hahn versehenes Rohr mit dem Filter verbunden. Letzteres ist aus Kupferblech gefertigt und mit einem abnehmbaren Deckel versehen. Die Form ist aus der Zeichnung ersichtlich. Auf dem gewölbten Boden liegen zusammengerollte Kupferblechstreifen r, welche den Siebboden s tragen. Darauf ist eine Lage staubfreie Hobelspäne (8—10cm), darauf wieder ein Siebboden s', der durch einen biegsamen Holzreif h festgehalten wird. Der übrige Raum wird mit einer Mischung von 3 Theilen Hobelspänen und 1 Theil Cokestücken gefüllt und die Masse festgetreten. Die Hähne z und z' an dem Boden der Bottiche A und B dienen zum Ablassen des Schlammes. — Zur Reinigung grösserer Wassermengen dient ein automatisch und continuirlich wirkender Apparat, Fig. 5426. Er besteht aus dem Mischgefässe (Melangeur) M, den Klärgefässen (Sedimenteur) S und dem auf dem letzten von ihnen sitzenden Filter. Das Wasser wird in das Mischgefäss bei a durch eine Druckpumpe oder aus einem höher stehenden Behälter, das Reagens bei b durch eine Injectionspumpe eingeführt. Man hat Sorge zu tragen, dass Wasser und Reagenslösung in dem für einen günstigen Reinigungseffect nöthigen Mengenverhältniss zusammentreten. Das Flüssigkeitsgemenge geht durch c nach abwärts, stösst gegen den Conus d, wird gegen die Peripherie des Gefässes geworfen, steigt in die Höhe, fällt gegen die Mitte wieder herab, steigt durch das conische Mantelrohr e auf und geht durch das Rohr f weiter. Auf diese Art werden die Flüssigkeiten innig vermischt und die Reaction vollständig gemacht. Damit das wirklich erfolgen kann, muss das Mischgefäss hinreichend gross sein. Die Reaction geht bei manchen Wässern rascher, bei manchen langsamer vor sich. Die Grösse des Mischgefässes richtet sich daher nach der Natur des zu reinigenden

Fig. 5425.



Wassers, so wie auch nach der Menge, welche in der Zeiteinheit zu reinigen ist. Die Flüssigkeit geht nun in dem Rohr *g* rasch nach abwärts und steigt in dem, im Verhältnisse sehr weiten, Klärgefäss langsam auf, wodurch die Klärung erfolgt. Der Klärungseffect ist jedoch erst bei Anwendung mehrerer Klärgefässe hintereinander (meist drei) vollständig. Ihre Verbindung ergibt sich aus der Zeichnung. Damit der Anprall des in das Klärgefäss

Fig. 5426.



eintretenden Wassers den Niederschlag nicht aufrührt, tauchen die Röhren *g* in die Conuse *h*. Die Hähne *m* dienen zum Ablassen des Schlammes. Um dem Wasser auch die leichte Opalisirung, welche es nach dem Verlassen des letzten Klärgefässes zeigt, zu benehmen, ist auf demselben ein Filter vorhanden. Zwischen den beiden Siebbböden *i* und *i'* ist ein passendes Filtermateriale als Holzwolle, Badeschwamm u. dgl. eingeschlossen. Durch *l* tritt das gereinigte Wasser aus. Das abfliessende Wasser muss klar sein und bleiben. Die Härte muss gering und eine gleichbleibende sein. Vollständig kann sie nicht verschwinden, da kohlensaurer Kalk in Wasser nicht absolut unlöslich ist (für Magnesiumhydroxyd gilt das in geringerem Masse).

Das Wasser darf ferner auf Zusatz der Reagenslösung keine sogleich eintretende Trübung liefern (unvollständige Ausfällung; enthält das Reagens Aetzkalk, so trübt sich die Flüssigkeit nach längerem Stehen durch Einwirkung der Kohlensäure der Luft), und darf nicht alkalisch reagiren (Ueberschuss an Reagens). Erzeugt oxalsaures Ammoniak eine Trübung und reagirt das Wasser alkalisch, so deutet das auf eine zu grosse Menge zugegebenen Kalk's, reagirt es dabei nicht alkalisch, so war nicht aller Kalk des Wassers gefällt. Derartige Controlproben sollen täglich vorgenommen werden, weil manche Wässer, besonders Flusswasser, oft innerhalb kurzer Zeiträume in ihrer Zusammensetzung erheblich schwanken.

Die Methode von De Haen combinirt Aetzkalk und Chlorbaryum, wodurch, wie schon oben hervorgehoben wurde, sämmtliche Schwefelsäure als Baryumsulfat gefällt wird, während die Chloride der früher mit ihr verbundenen Metalle, also auch eventuell bei Anwesenheit von grösseren Mengen Magnesiumsulfat Magnesiumchlorid in Lösung gehen. Durch den Kalk werden die Bicarbonate zerlegt. Auf die leichtere Fällbarkeit der Magnesiasalze

durch Aetznatron ist schon oben hingewiesen worden. Nachdem das Absetzen von Baryumsulfat bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich langsam erfolgt, bedarf man grösserer Klärbassins oder solcher mit einem Dampfstrahlgebläse, das als Heiz- und Rührvorrichtung dient. Weil statt der Sulfate Chloride in Lösung gehen, so ist die Reinigung des Wassers nicht so vollständig wie bei der Methode von Stingl-Bérenger, wo eine Entfernung des Calciumsulfats u. s. w. stattfindet. Die bleibende Härte des Wassers wird daher nur qualitativ geändert, aber nicht beseitigt. Diese Methode eignet sich daher auch lediglich für die Kesselspeisewasserreinigung und ist dort, wo ein reines, weiches Wasser gleichzeitig für andere industrielle Zwecke gebraucht wird, nicht anwendbar. Chlorbaryum hat auch einen höheren Preis als Soda. Ob die Methode von de Haen oder jene von Stingl-Bérenger für ein Kesselwasser in Anwendung zu kommen hat, hängt von localen Verhältnissen, vor Allem aber von der Beschaffenheit des Wassers selbst ab. Bei der ersteren Methode müssen alle Sulfate durch Chlorbaryum, bei der letzteren nicht nur das Calciumsulfat, sondern auch eventuell vorhandenes Calciumchlorid und Nitrat durch Soda zerlegt werden. Bei Gegenwart von viel Magnesiasalzen, besonders von Magnesiumsulfat ist die Stingl-Bérenger'sche Methode empfehlenswerther.

Methode von Bohlig. Sie beruht nach Bohlig*) auf folgenden Reactionen. Magnesiumoxyd übergeht beim Liegen im Wasser in Magnesiumhydroxyd. Dieses entzieht den Bicarbonaten die überschüssige Kohlensäure und scheidet sie, sich selbst in Monocarbonat verwandelnd, als Monocarbonate ab. Magnesiumcarbonat setzt sich bei Temperaturen zwischen 0 und 100° C. mit Calciumsulfat in Magnesiumsulfat und sich ausscheidendes Calciumcarbonat um (vergl. auch Fischer, chem. Techn. d. Wassers pag. 264). Erwärmen ist nöthig, da besonders letztere Reaction nur dann entsprechend verläuft. Zur Durchführung des Verfahrens wurde (von der Firma Wirth u. Co. in Frankfurt a. Main) ein Magnesiapräparat in den Handel gebracht, das jedem Kesselspeisewasser nach seiner Beschaffenheit angepasst werden sollte. Nach Untersuchungen von Günsberg (Dingl. pol. Journ. 228 pag. 452) und Fischer (chem. Technol. d. Wassers 1880 pag. 266) besteht es aus einer Mischung von gebranntem Magnesit und gefällter kohlensaurer Magnesia. Bohlig änderte das ursprüngliche Verfahren später etwas ab. Es soll die ganze, für einen Monat zur Reinigung erforderliche Menge von Magnesiapräparat in das Reinigungsbassin gebracht werden (da die Reinigung bei einem grossen Ueberschusse an Präparat leichter gelingt) und das Wasser auf 50 bis 60° C. vorgewärmt sein. Weiter empfiehlt Bohlig das Einleiten von Rauchgasen in die Mischung, um so eine besonders wirksame kohlensaure Magnesia zu erzeugen.

Das Verfahren wurde mehrfach angefochten (vgl. F. Fischer, chem. Techn. d. Wassers 1880 pag. 264—266, resp. Dingl. pol. Journ. 226, pag. 94, 527, 642; 227 pag. 367; 228 pag. 450, 470; Wagners Jahrber. 1882 pag. 952) und scheint eine grössere dauernde Verbreitung nicht erlangt zu haben. Bohlig und G. O. Heyne (D. R. P. 16577) gaben ferner zur Wasserreinigung einen continuirlich wirkenden Apparat an, in welchem mit Magnesiahydrat imprägnirte Holzspäne zur Anwendung gelangen. Beim Mischen von Holzspänen mit gebrannter Magnesia und Wasser tritt, während sich die Masse selbst erwärmt, Hydratbildung ein und nach kurzer Zeit haftet das gebildete Magnesiahydrat sehr fest an den Holzspänen. Dieselben werden in einen Cylinder zwischen zwei Siebböden gebracht. Das Wasser tritt unten in den Cylinder ein, durchdringt die Masse und fliesst oben ab. Mehrere solche Cylinder sind zu einer Batterie vereinigt. Ueber die Art der Wirksamkeit und über nähere Details sei auf eine Schrift von Heyne und Weickert in Leipzig (zu beziehen durch diese Firma) verwiesen.

Später liessen sich Bohlig und Heyne die Herstellung und Benützung einer Magnesiakohle patentiren (D. R. P. 39566, Chem. Zeitg. 1887 pag. 990).

O. Bourjau (Wagners Jahrber. 1880 pag. 731, D. R. P. 8492) empfiehlt rohes Schwefelbarium in heissem Wasser gelöst zuzugeben, wodurch die Schwefelsäure als Bariumsulfat entfernt wird, während unter Entweichen von Schwefelwasserstoff die Kohlensäure oder die Bicarbonate das gebildete Schwefelcalcium zerlegen. Die Schwefelwasserstoffentwicklung ist jedenfalls ein Uebelstand. Eine Abänderung dieses Verfahrens, wobei der Schwefelwasserstoff verbrannt wird, rührt von K. und Th. Möller (Wagners Jahrber. 1881 pag. 854 D. R. P. 10893) her.

Die chemische Reinigung im Kessel kann mit den gleichen Agentien, wie jene ausserhalb des Kessels erfolgen, ist jedoch, wie bereits oben gesagt wurde, im Allgemeinen nicht gleich empfehlenswerth. Die Verwendung von Chlorammonium (und anderen Ammoniaksalzen) verfolgt den Zweck, die Bicarbonate in leicht lösliche Chloride und in mit dem Dampfe entweichendes kohlensaures Ammoniak umzuwandeln. Eine Umsetzung von Chlorammonium mit Calciumsulfat zu Calciumchlorid und Ammoniumsulfat erfolgt fast gar nicht im Kessel und ist Chlorammonium in dieser Richtung ganz wirkungslos. Dagegen äussern die Ammoniaksalze die oben besprochene, schädliche Wirkung.

*) Dingl. pol. Journ. 226 pag. 527.

An die chemische Reinigung des Wassers schliesst sich jene durch ein Vorwärmen des Wassers an, wodurch die Bicarbonate theilweise unter Entweichen von Kohlensäure zerlegt werden und die Hauptmasse des gelösten Sauerstoffs (überhaupt aller gelösten Gase) entweicht. Auf diese Körper bleibt aber die Reinigung hiebei beschränkt. Je höher die Temperatur beim Vorwärmen, desto vollständiger ist seine mögliche Wirkung, die ferner auch durch Bewegung des Wassers erhöht wird. Bei manchen Vorwärmern wird der Maschinenabdampf directe verwendet, das Wasser fliesst über eine Anzahl wechselseitig vorspringend übereinander gestellter Teller oder schräggelegter Platten, während der Abdampf dem Wasser entgegenströmt. Hiebei sind noch Vorrichtungen zur Abtrennung der Hauptmasse der Ausscheidungen angebracht. Hierher gehören z. B. die Apparate von Henkel, Wagner u. a.

Wird zum Schmieren der Maschine Fett resp. fettes Oel verwendet, so ist das Wasser, welches mit dem Abdampf direct (durch Einleiten desselben) vorgewärmt wurde, aus den früher erörterten Gründen zur Kesselspeisung nicht geeignet und müsste dasselbe behufs Abscheidung des Fettes mit Kalk gereinigt werden. In diesem Falle benützt man besser Vorwärmer, wo der Dampf durch ein von dem Wasser umspültes Röhrensystem geht. In gleicher Weise wird die Wärme der abziehenden Heizgase zum Vorwärmen nutzbar gemacht. Eine Art von Vorwärmern wird auch im Kessel selbst angebracht u. z. in dem Dampfraum desselben, wie die Apparate von Schau (Dingl. pol. Journ. 159 pag. 461, 164 pag. 256, 169 pag. 103), modificirt von Meyer (Dingl. pol. Journ. 169 pag. 108), von Schäffer und Buddenberg (Dingl. pol. Journ. 176 pag. 5) oder im Wasserraum, wie jener von H. Pauksch (Dingl. pol. Journ. 218 pag. 89).

Die Schlammfänger und Kesseleinlagen sind Vorrichtungen, welche die ausgeschiedenen Kesselsteinbildner zu sammeln und so ein Festbrennen des Schlammes auf der Feuerplatte, zu verhindern haben. Hierher gehören z. B. die Kesseleinlagen von Schmitz (Dingl. pol. Journ. 191 pag. 263) und Popper. Eine Krustenbildung erfolgt indess selbst in lebhaft bewegtem Wasser.

Ein häufiges Abblasen vermag wohl die Kesselsteinbildung etwas zu vermindern, ohne sie aber ganz hintanzuhalten.

Die vielfach versuchte Verwendung von Elektricität zur Verhütung der Kesselsteinbildung hat in keiner Weise ein günstiges oder auch nur einigermassen brauchbares Resultat ergeben. — Die Anwendung fester Körper, wie Blechschnitzeln, Thonsand, zerstossenes Glas u. dgl., welche durch ihre Bewegung die Kesselwände förmlich blank scheuern sollen, kann höchstens im Anfang des Kesselbetriebes Erfolg haben. Bei Vermehrung des Schlammes bleiben solche Zusätze am Boden liegen, backen fest und es entsteht ein poröser, die Wärme sehr schlecht leitender Kesselstein. Ebenso ist auch die Anwendung von schleimigen Stoffen, wie Gerbstoffen, Stärke, Melasse, Kartoffeln u. dgl. wirkungslos und durch Verunreinigung des Wassers und dadurch der Wasserstandzeiger u. s. w. oft schädlich. Zur Verhütung, resp. leichteren Ablösung fester Krusten wurde ein Bestreichen der Kesselwände mit Fett oder Theer im Gemenge mit verschiedenen anderen Substanzen vorgeschlagen. Die Anwendung von Fett ist schädlich (s. o.). Ein Theeranstrich ist von problematischem Werthe. Ist der Anstrich nicht vollständig trocken, so erhält man ein stark schäumendes, unreines Wasser; auch dürfte der Dampf solcher Kessel nicht in allen Industrien verwendbar sein. Der Anstrich verringert auch die Wärmeleitung.

Es ist daher nur eine chemische Reinigung des Wassers geeignet, ein für den Kesselbetrieb unbrauchbares Wasser soweit zu reinigen um es als Speisewasser verwendbar zu machen. Die hiebei in Anwendung kommenden Mittel sind durch die jeweilige Zusammensetzung des Wassers bestimmt und es gibt kein Universalmittel das für alle Fälle anwendbar wäre. Die so oft angepriesenen Kesselsteinmittel, die angeblich in jedem Falle wirken und deren Menge nach nebensächlichen Momenten (Anzahl der Pferdekräfte, Grösse der Heizfläche) bemessen wird, sind daher nicht nur oft völlig unbrauchbar, sondern häufig geradezu schädlich und kann von der Anwendung solcher nicht genug gewarnt werden.

Wasser für Bierbrauereien und Branntweinbrennereien bez. Mälzereien. Wasser für Brauzwecke soll möglichst wenig organische Substanzen enthalten, besonders keine in Zersetzung begriffenen und keine Fermentorganismen. Ein, diesen Bedingungen nicht entsprechendes Wasser wirkt schon beim Weichen und Vermalzen des Getreides durch leicht eintretende Schimmelbildung, Fäulniss u. dgl. ungünstig. Ein solches Wasser ist ferner einer gesunden, regelmässigen Gährung hinderlich. Auch für Brennereiwasser sind diese Momente gleich wichtig. Lintner stellt an ein Brauereiwasser im allgemeinen die gleichen Anforderungen wie an ein gutes Trinkwasser. Weiches Wasser bringt nach Lintner

und Schneider den Quellprocess rascher zu Ende als hartes Wasser, muss jedoch, weil es dabei mehr Extractivstoffe entzieht, mit Vorsicht angewandt werden. Nach Griessmayer entzieht weiches Wasser dem Getreide beim Weichen mehr Phosphorsäure und phosphorsaures Kalium. Hartes Wasser bildet im Korn unlösliche Phosphorsäureverbindungen, die später durch die Milchsäure der Maische wieder in Lösung gehen. Hartes Wasser verringert durch Bildung unlöslicher Proteinkalkverbindungen die Ausbeute an löslichen eiweissartigen Stoffen. Im Allgemeinen ist ein mässig hartes Wasser für die Mälzerei geeignet. Gypshaltiges Wasser befördert die Würzeklärung. Jedoch ist nach Lintner ein weiches Wasser für den Sudprocess vorzuziehen. Bezüglich eines Gypsgehaltes folgert Lintner aus Versuchen verschiedener Beobachter, dass durch denselben die Extractausbeute des Malzes herabgestimmt wird, ebenso auch der Phosphorsäuregehalt der Würze, während der Gehalt an Proteïnaten nicht beeinflusst wird. Der Aschengehalt der Würze steigt bei gypshaltigem Brauwasser nicht; auch bei kaltem Einmaischen wird der Gyps des Wassers zerlegt und Calciumphosphat abgeschieden. Eisenhaltiges Wasser ist für Brauzwecke nicht günstig. Nach Lintner lief bei Anwendung eines solchen Wassers die Hauptwürze schlecht ab, der Nachguss war bläulich getrübt und der Bruch beim Würzekochen erfolgte nicht zufriedenstellend. Doch war das erhaltene Bier seinen sonstigen Eigenschaften und der Analyse nach normal. Ein grösserer Gehalt an Magnesiasalzen gilt als bedenklich. Nach Untersuchungen von Geissler ist ein erheblicherer Kochsalzgehalt (0·3—0·5 pro Mille) im Stande, die Quellreife und den Beginn der Keimung zu verzögern. Die Entwicklung des Wurzelkeimes wurde gehemmt, jene des Blattkeimes beschleunigt so, dass der Keimprocess zu früh unterbrochen werden musste. Das erhaltene Darrmalz ergab bei der Analyse eine Verminderung der Extractausbeute und des Zuckergehaltes in der Würze. Dagegen war der Stickstoffgehalt der Würze, bei Anwendung von Kochsalz enthaltendem Wasser zum Weichen, ein höherer, die diastatische Wirkung jedoch, wie zu erwarten, bei diesen Würzen schwächer. Chlormagnesium und Chlorcalcium sind für den Keimungsvorgang sehr nachtheilig. Es ist darum wohl feststehend, dass die Beschaffenheit des verwendeten Wassers Einfluss üben kann auf die Güte des damit zu erzeugenden Bieres. Die Erzeugung einer bestimmten Biersorte ist jedoch nicht an ein bestimmtes Wasser gebunden, sobald letzteres nur den allgemeinen Anforderungen eines guten Brauwassers entspricht. (Vgl. ferner Lintner, Lehrb. d. Bierbrauerei 1875; J. E. Thausing, d. Theorie u. Praxis der Malzbereit. u. Bierfabricat. 1888; E. Ullik, Zeitschr. f. d. ges. Brauwes. 1881 pag. 130; K. Michel u. Jackel, Zeitschr. f. d. ges. Brauwes. 1882 pag. 98; Lintner, Zeitschr. f. d. ges. Brauwes. 1883 pag. 5; E. Wurm, popul. Zeitschr. f. Spiritusind. 1884 pag. 100 und 106; Reinke, Wochenschr. f. Brauerei 1886 pag. 323; E. R. Moritz, Wochenschr. f. Brauerei 1887 pag. 34 u. 79.)

Bei einem für Spiritusfabriken verwendeten Wasser sind bezüglich der Malz- und Maischbereitung und der Gährung die bei Brauwasser erörterten Umstände für die Beschaffenheit des Wassers gleichfalls massgebend. Weiterhin ist hier auch die Temperatur des Wassers von Belang, indem grössere Quantitäten zum Kühlen der Kunsthefe, der Alkoholdämpfe u. dgl. erforderlich sind, was umsomehr ins Gewicht fällt, wenn während der Sommerzeit fortgearbeitet wird. Enthält das Kühlwasser viel Bicarbonate, so werden die Kühlapparate mit die Wärmeübertragung beeinträchtigenden Krusten überzogen (vgl. K. Stammer, Branntweinbrennerei 1875, Märcker, Handb. d. Spiritusfabrication 1886).

Das Wasser für Zuckerfabriken muss wegen des grossen Dampfverbrauches bei dieser Industrie den Anforderungen eines guten Kesselspeisewassers entsprechen. Als Melassebildner kommen in Betracht Nitrate, Sulfate, Alkalicarbonate und Chloride.

Bei Wasser für Papierfabriken ist ein Eisengehalt wegen Rostfleckenbildung, ferner ein grösserer Kalk- und Magnesiagehalt nachtheilig; in erster Reihe wird aber völlige Klarheit und Farblosigkeit zu fordern sein.

Wasser für Gerbereien. Nach Untersuchungen von Eitner (vgl. der Gerber 1877 pag. 183) ist der Einfluss der Beschaffenheit des Wassers besonders im Aufgehen und Verfallen der Haut bemerkbar, in der Rothgärberei also beim Wässern der Häute, besonders nach der Schwitze in den Schwellfarben, bei der Weissgerberei in fast allen Phasen des Processes. Eine grössere Menge organischer Substanzen (Flusswasser nach heftigen Regengüssen, infiltrirtes Brunnenwasser) führt oft ein Verfallen des Leders herbei. Je höher die Temperatur (über 12° C.) eines solchen Wassers, desto leichter gehen die organischen Stoffe in Fäulniss über, von der auch die Haut ergriffen wird. Sonst scheint die Temperatur keinen Einfluss zu haben. Gar nicht schwellend auf die Häute, ja selbst die schwellende Wirkung der Säuren beeinträchtigend, wirken Chloride. Vorzüglich schwellend wirken Calcium- und Magnesiumsulfat, gut wirken freie Kohlensäure, mässig die Bicarbonate des Calciums und Magnesiums. Destillirtes Wasser schwellt fast gar nicht (vgl. W. Eitner, Wasser f. Gerbereien, der Gerber 1884, pag. 221 und 283).

Bei Herstellung von Leim gelingt die Erschöpfung der Abfälle von der Gerberei (Lederleim) mit weichem Wasser vollständiger als mit hartem. Ein mit hartem Wasser gekochter Leim löst sich nach dem Trocknen nicht mehr klar auf.

Wasser für Färbereien, Druckereien, Bleichereien. Hier kommt die Qualität und die Menge des Wassers (Spülen, Einhängen der Waare) in Betracht. Ein Wasser, in dem die Waare gespült wird, muss klar und farblos sein. Ein getrübtes Wasser (z. B. durch Regengüsse oder Verunreinigung mit Abwässern) wirkt durch Bildung von Flecken auf den gespülten Garnen oder Geweben schädlich. Ebenso ist ein eisenhältiges Wasser höchst nachtheilig

durch Bildung von Rostflecken, durch Befestigung von Eisenoxyd auf der mit Soda behandelten Wolle, durch Aenderung der Nuance in der Farbflotte u. s. w. Gebleichte Zeuge nehmen dadurch einen unangenehmen, gelblichen Stich an.

Harte Wässer schaden durch die Zersetzung der Seife unter Bildung unlöslicher Kalk- und Magnesiaseife. Dieselben sind mehr oder minder klebrig, haften sehr hartnäckig an der Faser, machen sie für Beizen und Farbstoffe schwer durchdringlich und geben so Veranlassung zur Bildung von Flecken. Die unlöslichen, auf die Zeuge niedergeschlagenen Seifen wirken manchmal selbst als Beize. Manche Farbhölzer können ferner mit hartem Wasser schwer extrahirt werden, manche Farbstoffe, sowie Gerbstoffe gehen mit Kalk- und Magnesiasalzen unlösliche Verbindungen ein und es entstehen so Verluste an Materiale. Für Färbungen mit manchen Farbstoffen (Alizarin, Blauholz, Wau u. a.) wirken wieder geringe Kalkmengen günstig. Doch ist es in solchen Fällen stets besser, die nöthige Menge von Kalksalz dem Bade zuzusetzen, als hartes Wasser zu verwenden. Andererseits werden andere Färbungen durch hartes Wasser wieder matt und misstönig.

Ein viel Bicarbonate enthaltendes Wasser wirkt fällend auf manche Beizen (Eisen- und Thonerdebeizen) und wirkt störend beim Färben im saueren Bade. Andererseits gibt es Fälle, wo ein Bicarbonate enthaltendes Wasser günstig wirkt, z. B. nach der Behandlung mit basischem Ferrisulfat, Thonerde oder Zinnbeizen, durch Bildung und Befestigung von basischen Salzen auf der Faser. Dass freie Säure enthaltende Wässer schädlich wirken, ist selbstverständlich.

Die Reinigung von Wasser, das für gewerbliche und industrielle Zwecke dient, wird entweder durch Filtration oder bezüglich gelöster Stoffe nach den bei der Kesselspeisewasserreinigung erörterten Methoden vorgenommen.

Die **Abfallwässer***) der verschiedensten Industrien, sowie jene der menschlichen Wohnstätten, zumal stark bevölkerter Ortschaften, bedingen vielfach Verunreinigungen der öffentlichen Wasserläufe, des Bodens, in den sie eindringen, somit auch des demselben entstammenden Brunnenwassers und sie vermögen daher in sanitärer, gewerblicher und landwirthschaftlicher Hinsicht je nach ihrer Beschaffenheit sehr schädlich zu wirken. Es muss darum ihre Reinigung resp. Unschädlichmachung angestrebt werden, wobei es auf die Natur des Abwassers, aber auch auf locale Verhältnisse ankommt.

Abwässer mit vorwiegendem Gehalt an organischen stickstoffhältigen Substanzen. Hierher gehören z. B. städtisches Canalwasser (Sielwasser), Abgänge von Schlachthäusern, Zuckerfabriken, Brennereien, Bierbrauereien, Stärkefabriken, Strohpapierfabriken, Cellulosefabriken, Hefefabriken u. dgl. Solche Abwässer enthalten vorwiegend organische, darunter stickstoffhaltige Substanzen, theils gelöst, theils suspendirt, neben einer gewissen Menge von Mineralstoffen, worunter sich oft Kali und Phosphorsäure finden. Sie bilden so ein sehr geeignetes Nährmittel für niedere Organismen, kommen daher auch leicht in Gährung oder Fäulniss und enthalten somit meist grössere oder geringere Mengen der Producte dieser Processe.

Die schädliche Wirkung dieser Abwässer wird besonders bedingt durch die suspendirten Stoffe, Schlammtheilchen, niedere Organismen, unter denen ja auch Krankheitserreger sein können, ferner durch übelriechende Fäulnissproducte, z. B. Schwefelwasserstoff, sowie durch den Mangel oder das gänzliche Fehlen von Sauerstoff.

In sanitärer Hinsicht wirken diese Abwässer schädlich durch Verunreinigung der Luft, des Bodens, des Grund- und Trinkwassers (vgl. dieses) und der Tagwässer. Bei Ableitung in Wasserläufe richtet sich der Grad der Verunreinigung nach dem Verhältnisse zwischen der Menge des Abwassers und jener des dasselbe aufnehmenden Flusswassers und nach der Stromgeschwindigkeit des letzteren. Die sogenannte Selbstreinigung der Flüsse beruht, wie Alex. Müller zuerst erkannte und Fr. Emich (chem. Centralbl. 1885 pag. 333) durch Versuche bestätigte, auf Verzehrung, resp. Umwandlung der organischen Substanz durch niedere Organismen. — Nachdem ein durch derartige Abwässer erheblich verunreinigtes Bach- oder Brunnenwasser etc. auch für viele industrielle Zwecke unbrauchbar oder nachtheilig ist (vgl. Wasser für Brauereien, Brennereien, Gerbereien, Bleichereien, Färbereien u. s. w.), so können diese Abwässer auch für industrielle, resp. gewerbliche Zwecke schädlich werden. — In landwirthschaftlicher Hinsicht wirken sie wegen ihres Gehaltes an Pflanzennährstoffen eher günstig, falls der Boden die ihm durch sie zugeführten Stoffe entsprechend zu verarbeiten vermag. Für die Fischzucht können diese Abwässer dagegen unter Umständen sehr schädlich werden.

*) Bei der folgenden Eintheilung der Abwässer in einzelne Gruppen wurde die in dem Werke von König, „die Verunreinigung der Gewässer“ eingeführte zu Grunde gelegt.

Die wichtigsten Repräsentanten dieser Gruppe von Abwässern sind:

1. Städtische Abgangswässer (Stadtlauge), welche sich aus den Spül- und Waschwässern, je nach Art der Canalisation auch aus Harn und Fäcalien u. dgl. zusammensetzen. Sie enthalten ausser organischen, zum grossen Theile stickstoffhaltigen Substanzen, deren Fäulniss- und Zersetzungsprodukten, Mikroorganismen verschiedenster Art, erheblichere Mengen von Phosphorsäure, Kali und Natron (Chlornatrium), neben den gewöhnlich in Wässern vorkommenden Mineralsubstanzen. Sie sind bezüglich ihrer quantitativen Zusammensetzung an den einzelnen Tagen, selbst zu einzelnen Stunden erheblichen Schwankungen unterworfen, welcher Umstand bei ihrer Reinigung erschwerend wirkt. — An diese Abwässer schliessen sich jene der Schlachthäuser an. Sie enthalten vorwiegend den Inhalt der Eingeweide und das Blut der geschlachteten Thiere, falls letzteres nicht etwa gesondert aufgefangen und weiter verwerthet wird (vgl. Blut I pag. 659).

2. Abgangswässer aus Bierbrauereien und Branntweinbrennereien. Erstere vereinigen die Einweichwässer der Gerste und die verschiedenen Schwenk- und Spülwässer der Bottiche, Fässer u. s. w. Sie enthalten Hefezellen, Fäulnisspilze aller Art, leicht lösliche organische, stickstoffhaltige Stoffe, mitunter etwas freie Milch- und Essigsäure und neigen sehr zur Fäulniss. Weil sie mit reinem Wasser meist stark verdünnt sind, tritt ihre schädliche Wirkung nur dort hervor, wo ihre Menge gegenüber jener des sie aufnehmenden Flusswassers eine grosse ist. — Ihnen ähnlich sind die Abgänge aus Branntweinbrennereien, nur gelangt hier weniger Wasser zum Abfluss. Die Dämpfwässer von den Kartoffeln enthalten Gummi- und Stärkemehl zeigen einen höchst unangenehmen, kratzenden Geschmack und faulen sehr leicht.

3. Abwässer der Stärkefabriken. Dieselben enthalten viel eiweissartige Stoffe, Stärke, Gummi und Zucker. Von Mineralstoffen finden sich auch hier Phosphorsäure und Kaliverbindungen vorherrschend, sowie eventuell die zum Einweichen benutzte Säure oder Alkalilauge.

4. Die Abwässer der Zuckerfabriken sind ihrer Menge nach sehr bedeutend. Sie bestehen aus jenen der Rübenschwemme und Wäsche, dem Diffuseur- und Schnitzelpresswasser, den Abfallwässern von der Widerbelebung der Knochenkohle und jenen der Melassenentzuckerung, sowie den Condensations- und Brüdenwässern. Die letzteren sind stets mit Spuren von Ammoniak und Zucker verunreinigt und Träger des eigenthümlichen Rübengeruches. Die Zuckerfabriksabwässer sind reich an suspendirten Stoffen. Die Spodiumabwässer, deren freie Säure nicht immer neutralisirt ist, führen u. z. besonders die Flüssigkeit der Gährungsgruben stets mehr weniger Phosphorsäure und wirken dadurch fördernd auf die Entwicklung von Algenvegetationen. In Wasserläufen in die sie abgelassen wurden, entwickelt sich, abgesehen von anderen Mikroorganismen, eine Algenart, *Beggiatoa alba*, dann andere Spaltpilzformen, die für zuckerführende Wässer charakteristisch sind und Sulfate unter Schwefelwasserstoffentwicklung zerlegen.

5. Abwässer aus Papier- und Cellulosefabriken sind verschieden zusammengesetzt, je nach dem verwendeten Rohmateriale (Lumpen, Hadern oder Strazzen, Stroh, Holz, Espartogras) und der Art der Verarbeitung, resp. den hiebei angewandten Stoffen (Potasche, Soda, Natronlauge, Kalkmilch, Chlorkalk, schwefligsaurer Kalk), wozu noch Farbstoffe, eventuell Beschwerungsmittel kommen. Die Abgänge der Lumpen, Stroh und Espartogras verarbeitenden Fabriken, faulen sehr leicht und bedecken die sie aufnehmenden Flüsse oft kilometerweit mit consistentem Schaum. In einer Sodalauge von der Strohstoffbereitung fand Fleck (12. u. 13. Bericht d. kgl. s. chem. Centralstelle etc. Dresden 1884) unter anderem stickstoffhaltige organische Stoffe von Säurenatur, Gallussäure und humusartige Stoffe. Die ausgenützten Bleichlaugen der Papierbleichereien enthalten freie Salzsäure, Eisenchlorid, Manganchlorür, Chlorcalcium und etwas freies Chlor (Karmrodt, Zeitsch. d. landw. Ver. v. Rheinpreussen 1861 pag. 387). Die Abwässer von der Herstellung der Sulfitcellulose enthalten den grössten Theil des angewandten sauren schwefligsauren Calciums theils frei, theils gebunden an organische Stoffe (Aldehyde, Ketone) und Gyps, neben organischen Stoffen von der Natur der Kohlehydrate, die leicht zur Bildung von Humusstoffen geneigt sind und sich daher bald braun färben (Gintl).

Nach A. Frank (König, Verunrein. d. Gewässer 1887 pag. 291) beträgt der Gehalt der Kocherlaugen, die ja die Hauptmasse des Abwassers ausmachen, an organischen Substanzen 6—6·4 Proc., darunter erhebliche Mengen Traubenzucker (bis 2 Proc.), ferner Amyloide, Gummiarten, Spaltungsproducte der Gerbsäure, humusartige Stoffe, verschiedene Aldehyde, Ameisensäure (auch Vanillin) u. s. w. Ausserdem ist auch etwas freie, schweflige Säure vorhanden. — Ein Gehalt an schwefliger Säure oder freiem Chlor (Bleichlaugen) ist für die Fischzucht sehr nachtheilig.

6. Abwässer der Leimsiedereien. Bei Herstellung von Leim aus den Abfällen der Roth-, Weiss- und Sämischgerberei (Lederleim) enthält das kalkhaltige Macerationswasser mit dem die Abfälle behufs Befreiung von allen fleischigen und blutigen Theilen und von Fett behandelt werden, eine erhebliche Menge thierischer Stoffe aller Art, ferner butter-, valerian- und propionsaures Calcium. Das Siedewasser der Knochenleimfabriken (Knochenbrühe, Leimbrühe) enthält nach Abschöpfung des Knochenfettes etwas Leim, Schwefelammonium, kohlensaures Ammonium, seifenartige Verbindungen etc. nebst etwas Calciumphosphat. Beide Arten von Abgängen können direct als Dünger dienen. In Wasserläufe abgelassen, verhalten sie sich wie putride Schmutzwässer.

7. Abwässer der Gerbereien und Lederfärbereien. Diese bestehen aus den Einweichwässern, dem flüssigen Antheile der Kalkgruben (Aescherwässern), den ausgenützten Lohbrühen, welche alle eine grosse Menge faulender, organischer Stoffe enthalten, ferner den Kleien- und Hundekothbädern und den arsenhaltigen und Schwefelcalcium oder Schwefelnatrium führenden Abflüssen vom Enthaarungsprocesse. Lederfärbereien führen in ihren Abwässern die nicht mehr brauchbaren Beizen und Farbbrühen ab. Die in den ersteren noch vorhandenen Metallsalze wirken, wenn sie sich mit den Gerbereiabwässern vereinigen, durch Fällung der den Weichwässern und Kalkäschern entstammenden Albuminate der Fäulniss entgegen. Die arsenhaltigen Abgänge der Gerbereien wirken, in Bachwässern u. dgl. abgelassen, für Pflanzen, Fische, und insbesondere für Hausthiere die mit solchem Wasser getränkt werden (Reichardt, Grundl. z. Beurth. d. Trinkwassers 1880 pag. 110) mehr oder minder schädlich.

8. Abwässer der Wollwäschereien und Tuchfabriken (Baumwoll- und Seidenfabriken) vereinen die Abwässer vom Waschen der Wolle, vom Walken der Wolle, eventuell vom Ausfärben derselben.

Die Wollwaschwässer enthalten die durch das Wasser zu entfernenden Stoffe als Fett, Wollschweiss (bestehend aus den Kalisalzen der Oel- und Stearinsäure nebst wenig Essig- und Valeriansäure, Alkalisulfaten, Phosphaten, Chlorkalium, Ammoniaksalzen etc.), anhängendem Schmutz, sowie die Reste der zur Reinigung verwendeten Stoffe, z. B. Soda, Seife, Ammoniumcarbonat, Harn, Oel, Walkerde, Leim u. s. w. Die Walkwässer enthalten ebenso wie die ersten Spülwässer Seife und alle löslichen Stoffe, welche das Tuch bei der Färberei und Weberei aufgenommen hat. Die Wässer von der Carbonisirung können freie Säuren, Chlorzink etc. enthalten.

Die Abwässer der Baumwoll- und Seidenfabriken enthalten viel weniger suspendirte als auch gelöste Stoffe als jene der Wollwäschereien und Tuchfabriken. Bei der schädlichen Wirkung der letztgenannten kommt abgesehen von den organischen Substanzen, Fäulniss- und Schmutzstoffen etc. noch ihr Gehalt an Soda, Seife u. dgl. in Betracht.

9. Die Abwässer der Färbereien und Farbenfabriken enthalten die verschiedensten Farbstoffreste nebst den bei ihrer Herstellung in Anwendung gebrachten Hilfsstoffen, so z. B. Verbindungen des Zinks, Zinns, Kupfers, Bleis, Eisens, Aluminiums, Chroms, der Chromsäure, des Antimons, ferner eventuell arsenige Säure oder Arsensäure u. dgl. Ein höherer Gehalt an nicht ausgenützten Farbstoffen macht ein mit diesen Abwässern verunreinigtes Flusswasser für viele gewerbliche und industrielle wie auch für häusliche Zwecke unbrauchbar und schadet der Fischzucht. Nicht minder schädlich wirkt der Gehalt an Metallsalzen etc. Die Schädlichkeit eines Arsengehaltes (über dessen Höhe in einzelnen Fällen vgl. z. B. Cas. Nienhaus Meinau, Ber. ü. d. Verunrein. des Rheins, Basel 1883) wurde beobachtet beim Eindringen solcher Abwässer in Brunnen (Brunnenvergiftung; Tardieu Dictionair d'hygiène publ. III pag. 35; Jul. Kratter, Studien über Trinkwasser u. Typhus, Graz, 1886 pag. 7; F. Goppelsröder, Infection des Bodens und des Bodenwassers, Basel, 1872) bei Versuchen mit Pflanzen (Fr. Nobbe, P. Baessler u. H. Will, landwirtsch. Versuchsst. 1884, XXX pag. 382), wobei sich ergab, dass ein Arsengehalt in wässriger Lösung auf die Pflanzen viel schädlicher wirkt, als wenn derselbe im Boden geboten wird. Ueber die giftigen Wirkungen von Arsenverbindungen und diversen Metallsalzen für Fische stellte C. Weigelt (Archiv. f. Hygiene 1885 III pag. 39) Versuche an. — Andererseits wurden Fälle beobachtet wo ein mit putriden Schmutzwässern verunreinigtes Tagwasser durch den Hinzutritt von Färbereiabwässern durch deren Metallsalzgehalt theilweise gereinigt wurde.

Für die Reinigung der Abwässer dieser Gruppe, so weit sie möglich ist, muss die Entfernung der suspendirten Schlammstoffe und mit ihnen auch jene der Mikroorganismen, ferner aber auch die Entfernung der gelösten organischen Substanzen angestrebt werden. Verbleiben letztere im Wasser, so bildet dasselbe ganz abgesehen davon, dass in einzelnen Fällen manche dieser Stoffe selbst schädlich wirken können, eine für Mikroorganismen sehr geeignete Nährstofflösung und es wird abermals Fäulniss eintreten, sobald sich solche Organismen wieder angesiedelt haben. Häufig sind auch Mineralsubstanzen, Metallsalze, freies Alkali, freie Säuren u. dgl. zu beseitigen oder unschädlich zu machen, was leichter und sicherer gelingt, als die Entfernung der gelösten organischen Substanzen.

Bei der Reinigung dieser Abwässer können folgende Verfahren in Betracht kommen:

1. Die Berieselung.
2. Die Filtration.
3. Die Anwendung chemischer Fällungsmittel nebst darauf folgender Abklärung. Letztere könnte eventuell auch allein angewendet werden.
4. Mechanisch wirkende Verfahren.

Ausserdem werden diese Methoden auch miteinander combinirt, so z. B. zuerst chemische Fällungsmittel, dann Berieselung angewendet oder zuerst abgeklärt, dann mit chemischen Mitteln gereinigt. Sie werden auch mit speciellen Verfahren vereint gebraucht. Alex. Müller leitet künstlich Fäulniss ein und filtrirt hierauf, Fr. Hulwa wendet chemische Fällungsmittel und sodann Saturation mit Kohlensäure oder schwefliger Säure an.

1. Das Berieselungsverfahren. Dasselbe wird etwa in der Weise angewendet, dass man eine entsprechend grosse Wiesenfläche mit dem Wasser vermittelst kleiner Gräben, Stauvorrichtungen etc. berieselt. Das Eindringen des Wassers in den Boden und die Abführung desselben unterstützt man eventuell durch eine leicht regulirbare Drainage.

Die Wirkungen der Berieselung sind nach König*) folgende:

Die suspendirten Stoffe werden (bei ein- oder mehrmaliger Berieselung mit demselben Wasser) auf und in dem Boden niedergeschlagen. Die gelösten organischen Stoffe werden zum Theil vom Boden absorbirt, jedoch auch von dem Sauerstoff der Bodenluft oxydirt, indem sich schliesslich aus dem Kohlenstoff, Schwefel und dem Stickstoff der organischen Stoffe, Kohlensäure, Schwefelsäure und Salpetersäure bildet, während dem Wasser gleichzeitig wieder Sauerstoff zugeführt wird. Die Mineralstoffe des Wassers erfahren dadurch eine Abnahme, dass sie entweder von den Pflanzen direct aufgenommen oder vom Boden absorbirt werden (Kali, Ammoniak, Phosphorsäure). Die Bodenabsorbtion spielt hier jedoch, gegenüber der Aufnahme von Mineralstoffen durch die Pflanze eine untergeordnete Rolle. Die Wirkung der Berieselung ist somit eine den oben erwähnten Anforderungen sehr nahe kommende und wird diese Methode vielfach mit Erfolg angewendet. Nöthig zur Erzielung eines vollständigen Effectes ist es, dass die Grösse der Rieselfläche und die Abwassermenge in richtigem Verhältniss stehen, d. h., dass der Boden die ihm gebotenen Stoffe in der gegebenen Zeit richtig verarbeiten kann. Dies hängt von der Art des Abwassers aber auch vom Boden selbst ab. Es eignen sich besonders bis zu einem gewissen Grade leicht durchlässige, lufthaltige Bodenarten, und die oxydirende Wirkung wird vortheilhaft durch Drainage unterstützt. Bei städtischen Abwässern rechnet man pro 1^{ha} Rieselfläche die Abgänge von 60—80 Personen, welchem Verhältnisse jedoch die meisten Rieselanlagen nicht entsprechen.

2. Die Filtration. Eine intermitirende Filtration käme in ihrem Effecte der Berieselung am nächsten. Nachdem hier aber die reinigende Wirkung durch Pflanzenvegetation entfällt, so würden viel grössere Filtrationsflächen nöthig sein als für die Berieselung. Auch sind die Filter nicht von unbegrenzter Wirkung. Die Filtration für sich allein hat daher für die Reinigung der Abwässer dieser Gruppe keine oder wenig Bedeutung, dagegen wohl für die durch sie verunreinigten Tagwässer und Brunnenwässer (vgl. oben bei Trinkwasser).

3. Anwendung chemischer Fällungsmittel. Diese werden vielfach und besonders dort gebraucht, wo eine Reinigung durch Berieselung nicht durchführbar ist. Abwässer, die reich an freier und halbgebundener Kohlensäure sind, liefern, mit Kalk versetzt, einen alles Suspendirte einhüllenden und mit niederreissenden Niederschlag von Calciumcarbonat. Vielfach, z. B. dort wo wenig Kohlensäure vorhanden ist, verwendet man ausser Kalk zur Erzeugung eines entsprechenden Niederschlages ein Metallsalz, z. B. Eisen- oder Thonerdesalze, oder überhaupt zwei Körper, die einen einhüllenden, sich gut absetzenden Niederschlag geben. Auch werden zuweilen Stoffe zugegeben, welche an sich eine reinigende, conservirende Wirkung üben oder das Absetzen des Niederschlages erleichtern sollen (z. B. Thierkohle, Holzkohle, Thon u. dgl.). Ausserdem strebt man durch Anwendung chemischer Mittel auch die Entfernung der gelösten Stoffe an. Solche Fällungsmittel sind z. B.: Kalk oder Kalkmilch allein; Kalk, Eisenvitriol und

*) S. dessen: Verunreinigung der Gewässer 1888 pag. 56 u. 126.

Kohlenstaub (Holden); Alaun, Blut, Kohle und Thon (Alum, Blood and Charcoal, darum A-B-C-Process genannt, s. d. I pag. 2), wozu noch Magnesium-Eisen-Thonerdesalze etc. kommen (Silar und Wigner); Alaun, Soda, Gyps, Thierkohle (Manning); lösliche Phosphate und Magnesiumverbindungen (Tessie du Motay); Kalk und Manganchlorür (Knauer); Kalk und Ausfällen des überschüssigen Kalks durch Magnesiumcarbonat (Oppermann); lösliche Kieselsäure (Abfälle der Alaunfabrication), Aluminiumsulfat und Kalk, auch noch mit Thomasschlacke und dann mit oder ohne Kalkzusatz (Nahnsen-Müller); Aluminiumsulfat und Natriumaluminat (Fr. Maxwell-Lyte); ein Gemisch von Eisen und Thonerdesalzen mit Magnesiapräparaten, Kalk und besonders präparirte Zellfaser (Hulwa) u. a. m.

Durch derartige Fällungsmittel gelingt, bei Anwendung richtiger Klär-, oder Filtrirvorrichtungen, eine vollständige Entfernung der suspendirten Stoffe und mit ihnen auch jene der Mikroorganismen. Auch die Entfernung einzelner gelöster Stoffe, z. B. von Metallsalzen, Schwefelwasserstoff, einzelner organischer Stoffe, wie der Fettsäuren, mancher Farbstoffe u. a. gelingt vollständig. Die Entfernung der gelösten organischen Substanzen und Fäulnisstoffe in den städtischen Abgangswässern, jenen der Zuckerfabriken, Branntweinbrennereien, Bierbrauereien u. a. gelingt jedoch höchstens theilweise, indem nur einige dieser Körper chemisch durch die Fällungsmittel abgeschieden, andere mechanisch mit dem Niederschlage mitgerissen werden, während indessen die Hauptmenge in Lösung verbleibt. Solche Wässer sind dann immer noch der Fäulniss unterworfen, sobald die fäulnisserregenden Mikroorganismen sich wieder ansiedeln. Auch die Abscheidung des Ammoniaks, welche durch Kalk, lösliche Phosphate und Magnesiasalze als phosphorsaure Ammonmagnesia angestrebt wurde, gelingt nicht oder höchst unvollkommen. Ebenso hat man für Kali kein Fällungsmittel. Beide Körper würden den Düngerwerth des Schlammes steigern. Nur die Phosphorsäure wird durch Kalk vollständig abgeschieden. Manchmal tritt bei Anwendung von Kalk der Fall ein, dass durch seine Einwirkung organische Stoffe des suspendirten Antheiles sich lösen und so die Menge der gelösten organischen Stoffe noch vermehrt wird. Ein Ueberschuss an Kalk wirkt bei den gereinigten Abwässern förmlich fäulnisshemmend, ein Umstand, der zu dem Irrthum Veranlassung gab, dass solche Wasser schon ganz ungefährlich sind. So lange der Kalküberschuss vorhanden ist, tritt die Entwicklung von Mikroorganismen nicht oder sehr kümmerlich ein. In dem Masse jedoch, als das gelöste Kalkhydrat, etwa durch die freie und halbgebundene Kohlensäure eines natürlichen Wassers gesättigt wird, kann abermals Fäulniss eintreten, während der Bach durch das sich ausscheidende Calciumcarbonat verschlammt und zugleich seines für manche Zwecke (Fischzucht, Wiesenbewässerung) wichtigen Gehaltes von Calciumbicarbonat mindestens theilweise beraubt wird. Derartige durch einen grösseren Kalküberschuss sozusagen conservirte Wässer können somit beim Ablassen in kleinere Wasserläufe in mehrfacher Hinsicht schaden. Aus dem Gesagten geht hervor, dass die chemische Reinigung solcher Abwässer in den meisten Fällen nicht vollständig zufriedenstellende Resultate liefert. In vielen Fällen genügt es aber, die Fäulniss der Abwässer einzuschränken und so lange hintanzuhalten, bis sie in grössere Wasserläufe gelangen, wo sie unschädlich werden. Es gibt darum auch keine allgemein anwendbare chemische Reinigungsmethode, sondern es ist stets die Natur des Abwassers, ferner der zu erzielende Reinheitsgrad desselben, für die Wahl eines geeigneten Verfahrens massgebend. Der Effect der chemischen Reinigung kann noch durch ein kräftiges Lüften des Wassers, also ein Beladen mit Sauerstoff erhöht werden. Der Sauerstoff des Wassers oxydirt bei eintretender Fäulniss die Producte derselben und die Fäulniss nimmt keinen so nachtheiligen Charakter an (vergl. König, Verunrein. d. Gew. 1888 pag. 61—73).

Als Beispiel möge angeführt sein das Verfahren von Nahnsen-Müller, welches heute vielfach für städtische Abwässer, für solche von Zuckerfabriken, Papierfabriken u. a. in Verwendung steht. Die Reagentien sind Aluminiumsulfat, lösliche Kieselsäure (aufge-

schlossener Thon, resp. Abfall von der Alaunerzeugung) und Kalkmilch. Der hiebei entstehende Niederschlag, wahrscheinlich ein Kalk-Thonerde-Silicat, setzt sich rasch und gut ab, und der Schlamm lässt sich durch Filterpressen gut abpressen. Ausser den genannten Reagentien wurde auch Thomasschlacke zu verwenden versucht, indem Nahnsen beobachtete, dass bei Anwendung derselben aus putriden Schmutzwässern mehr gelöste organische (besonders stickstoffhaltige) Stoffe gefällt werden (Versuche darüber, König, Verunrein. d. Gewässer pag. 161). Diese Wirkung der Thomasschlacke scheint jedoch noch nicht ganz sicher und klargestellt zu sein.

Bei der Reinigungsanlage für die städtischen Abwässer in Halle a. S. steht das Nahnsen-Müller'sche Verfahren in Anwendung. Die Schmutzwässer treten behufs Absetzung der gröbsten suspendirten Theile, Sand u. dgl. in eine Senkgrube und dann in ein Reservoir, woselbst durch automatisch wirkende Apparate je nach der Menge des zutretenden Schmutzwassers die entsprechenden Mengen der Reagenslösungen zugegeben werden. Die Flüssigkeit gelangt sodann in ein zweites Reservoire, passirt hier behufs Mischung und Zurückhaltung von Holzstückchen u. dgl. einige Siebe und gelangt in den Tiefbrunnen, der unten conisch zuläuft. Hier erfolgt der Absatz des Schlammes, während das geklärte Wasser über den Brunnen durch einen Canal abfliesst. Der Schlamm wird vom Boden des Brunnens durch ein Rohr aufgepumpt und kommt auf eine Filterpresse. Damit der Schlamm vom Boden des Brunnens continuirlich ohne Störung des Klärprocesses weggepumpt werden kann, wird neuerdings von der Firma F. A. Robert Müller u. Co. eine Schutzvorrichtung, aus gelochten Eisenblechen bestehend, angebracht.

Als Beispiel einer Combination von chemischer Reinigung und Berieselung sei das von der Zuckerfabrik in Stöbenitz für ihre Abwässer gebrauchte Verfahren angeführt. Die Schnitzelpresseabwässer werden mit etwa $^1/_2$ Proc. Kalk versetzt und auf 80° C. mittelst directem Dampf angeheizt. Sie werden hierauf mit den Rübenwaschwässern, den Diffusions- und Spülwässern vereint, gelangen in ein System von 15 Absatz- und Klärbassins, wo sie sich noch mit den, ebenfalls schon vorher abgeklärten Spodiumwässern und Kesselabblasewässern vereinen. Nach entsprechender Abklärung hebt eine Centrifugalpumpe die vereinigten Abwässer auf ein Gradirwerk. Durch die Gradirung erfolgt zugleich eine Lüftung, resp. Bereicherung mit Sauerstoff. Nach etwa $^1/_4$stündigem Laufe in einem Abzugsgraben gelangen die Abwässer auf eine $4^1/_2{}^{ha}$ grosse, drainirte Wiese, wo sie sich in wilder Berieselung (ohne Stauvorrichtungen) ergiessen. Die Drainabflüsse gelangen dann erst in den Wasserlauf. Der Schlamm der Absatzbassins kommt in eine Schlammgrube und wird nach Beendigung der Campagne zu Dungzwecken verwendet. Die so gereinigten Abwässer sind von absoluter Haltbarkeit und können auch in kleine Wasserläufe ohne Bedenken abgelassen werden (vgl. die Ergebnisse d. amtl. Verhandl. z. Prüf. d. Abflusswassser aus Rohzuckerfabriken etc. 1885, König, Verunrein. d. Gew. 1880 pag. 267).

Von den mechanisch wirkenden Verfahren sei jenes von Rothe-Röckner hervorgehoben. Dasselbe ist ein Klärverfahren, hat jedoch gegenüber den gewöhnlichen Klärmethoden (Klärbassins etc.) den Vorzug der Raumersparniss bei Erzielung eines hohen Effectes, ferner den Vortheil, dass der grösste Theil der lästigen Fäulnissgase beseitigt werden kann und dass bei gleichzeitiger Anwendung chemischer Fällungsmittel von diesen weniger erforderlich ist, indem der angewandte Apparat eine rasche, gleichmässige und vollständige Abscheidung der suspendirten Stoffe bewirkt.

Der Apparat besteht aus einem 7—8^m hohem Cylinder, dessen Weite je nach der zu reinigenden Wassermenge verschieden ist. Oben ist derselbe geschlossen und steht durch ein im Deckel befindliches verticales Rohr mit einer Luftpumpe in Verbindung. Mit seinem unteren offenen Ende taucht der Cylinder in das Schmutzwasserbassin, dessen Ende schräg zuläuft. Von dem tiefsten Punkte des Bassins wird der abgesetzte Schlamm durch ein Rohr mit Hilfe einer Pumpe entfernt. Seitlich, etwas unter dem oberen Deckel des Cylinders, mündet das Abflussrohr für das geklärte Wasser. Es setzt sich bis in ein kleines Bassin fort, in welchem sich das gereinigte Wasser sammelt und von wo es weiter abfliesst. Der Wasserstand in diesem Reinwasserbassin muss stets etwas tiefer sein als jener im Schmutzwasserbassin. Wird die Luft in dem Cylinder mit Hilfe der Luftpumpe soweit verdünnt, dass das Wasser in demselben bis über die Mündung des Abflussrohres steigt, so wird auf solche Weise ein Heber bethätiget, welcher das Wasser aus dem Schmutzwasserbassin in das Reinwasserbassin befördert. Bei diesem langsamen Aufsteigen des Wassers findet ein Niedersinken der suspendirten Stoffe statt und wenn das Aufsteigen hinreichend langsam und gleichmässig erfolgt, so gelangt nur reines Wasser zum Abfluss. Um ein derartiges gleichmässiges, ruhiges Aufsteigen zu ermöglichen, mündet das Zulaufrohr für das Schmutzwasser in der Mitte des Schmutzwasserbassins nahe am Boden. Um dieses Rohr ist ein Holzlattentrichter, gebildet durch unter 30° liegende Holzlatten, welche durch Holztäfelchen jalousieartig verbunden sind, angebracht. Derselbe berührt in seinem ganzen Umfange fast den Rand des Bassins. Durch die Art der Anbringung des Einlaufrohres ist das Wasser genöthigt, von unten aus aufzusteigen und wird durch den Lattentrichter hiebei gleichmässig vertheilt. Oben in dem Cylinder ist ferner eine Ueberlaufvorrichtung angebracht, welche die eingeleitete gleichmässige Bewegung des Wassers im Cylinder auf der ganzen Höhe sichert. Beim Absetzen und Niedersinken fällt der Schlamm zunächst auf den Lattentrichter und rutscht, wenn er sich bis zu einer gewissen Menge angesammelt hat, durch die eigene Schwere von den schiefen Latten ab. Der auf dem Trichter sitzende und von da niedersinkende Schlamm bildet so förmlich ein Filter für das aufsteigende

Wasser. Die Luftverdünnung im Cylinder muss stets das Wasser über der Mündung des Ablaufrohres erhalten. Je feiner die Niederschläge sind, desto geringer ist die Aufsteiggeschwindigkeit des Wassers. Sie beträgt von 2 bis höchstens 9^{mm} in der Secunde. Die durch die Luftpumpe zugleich mit abgesaugten, dem Schmutzwasser entstammenden Fäulnissgase können in eine Feuerung geleitet und so unschädlich gemacht werden.

Abwässer mit vorwiegendem Gehalte an Mineralstoffen. Hierher gehören z. B. die Abwässer der Soda-, Chlorkalk-, Potaschen- und Gasfabriken, der Salzsiedereien, die Wasch- und Schlämmwässer von der Aufbereitung verschiedener Erze und Kiese, die Wässer aus Thonschlämmereien, aus Kokswäschereien, ferner die verschiedenen Grubenwässer u. a. m.

Diese Abwässer sind qualitativ und quantitativ, je nach ihrer Herkunft sehr verschieden zusammengesetzt und darum auch die Art ihrer schädlichen Wirkung und die ihrer Reinigung eine verschiedene. Ihre schädliche Wirkung beruht auf ihrem Gehalte an gelösten (oder suspendirten) Mineralsubstanzen. In landwirthschaftlicher Hinsicht wirken diese Abwässer im Allgemeinen viel schädlicher als jene der ersten Gruppe. Abgesehen davon, dass ihre Bestandtheile für Pflanzen (auch für Thiere, besonders Fische) direct schädlich wirken, setzen sich beim Eindringen der Abwässer oder der damit verunreinigten Bäche etc. in den Boden viele der in ihnen vorkommenden Mineralstoffe mit den Bodenbestandtheilen in der Art um, dass werthvolle Pflanzennährstoffe gelöst und bei fortgesetzter Einwirkung aus dem Boden ausgewaschen werden, während andererseits eine Anhäufung nutzloser Stoffe im Boden stattfindet. Für gewerbliche resp. industrielle Zwecke wirken sie zumeist ebenfalls schädlich und sind auch in sanitärer Hinsicht oft nachtheilig, wenngleich im Allgemeinen nicht so gefährlich als die Abwässer der ersten Gruppe.

Die Reinigung dieser Abwässer geschieht meist durch chemische Mittel. Sie besteht in manchen Fällen in einer Rückgewinnung von für die Industrie werthvollen Substanzen, wie z. B. die Regeneration des Schwefels aus den Rückständen des Leblanc-Sodaprocesses, die Regeneration des Mangansuperoxyds aus den Laugen, von der Gewinnung des Chlors mittels Braunstein und Salzsäure, die Versuche zur Gewinnung von Salzsäure resp. Chlor aus Chlorcalcium und Chlormagnesiumlaugen u. dgl.

Einige Repräsentanten dieser Gruppe von Abwässern sind:

1. Abwässer der Leblanc-Sodafabriken (resp. Potaschefabriken). Die auf Halden geworfenen Rückstände von der Auslaugung der Sodaschmelze*) erfahren durch die Atmosphärilien eine Veränderung, resp. Oxydation. Bei grossen Mengen tritt in Folge der letzteren manchmal eine starke Erhitzung der Massen ein, und der schon abgeschiedene Schwefel verbrennt zu schwefliger Säure. Durch andere Umstände bildet sich wieder Schwefelwasserstoff. Die durch den Regen etc. aus den Rückständen gebildeten Laugen enthalten neben anderen Substanzen vorwiegend Calciumpolysulfurete und Thiosulfat, eventuell Schwefelnatrium und wirken an sich sowie durch Verunreinigung der Wasserläufe des Bodens, der Brunnen etc. stets nachtheilig in jeder Richtung. Die Rückstände der Leblanc-Sodafabrication werden heute stets auf Schwefel (Schwefelnatrium, Thiosulfat etc.) verarbeitet*) und kommen daher derartige Abwässer wohl kaum in Betracht. Die Verunreinigung durch alte Halden ist eine jahrelang andauernde (vgl. G. Wolffhügel und E. Eger 1. u. 2. Ber. d. Untersuchstat. d. hygien. Inst. in München 1882).

2. Abwässer der Ammoniaksodafabriken, der Kalisalzfabriken, der Salzsiedereien. Die Abwässer der Ammoniaksodafabrication enthalten vorwiegend Chlorcalcium (Chlormagnesium) neben gewissen Mengen nicht umgesetzten Chlornatriums. Die Hauptbestandtheile der Abwässer der Kalisalzfabriken (deren Rohmateriale Abraumsalze sind; z. B. Stassfurt, Aschersleben und Bernburg) sind Chlormagnesium, Magnesiumsulfat, Chlornatrium und Chlorkalium. Ebenso kommen auch in den Abwässern der Salzsiedereien wechselnde Mengen von Chlorcalcium, Chlormagnesium und Chlornatrium vor. — Es kommt somit bei derartigen Abwässern die Wirkung der drei eben genannten Salze in Betracht.

Chlorcalcium- und Chlormagnesiumlösungen wirken beim Eindringen in den Boden lösend auf gewisse Bestandtheile desselben. So entzieht Chlorcalcium, Magnesia und Kali, während Kalk (als Silicat oder Carbonat etc.) abgelagert wird, Chlormagnesium andererseits wieder Kalk und Kali, u. zw. ist die lösende Wirkung des Chlormagnesiums grösser als die des Chlorcalciums. Lösungen von 0·5 bis 1·0 Gr. Magnesiumchlorid im Liter wirken schon

*) Vgl. IV pag. 283 und VIII pag. 65.

erheblich lösend und auch bei dem schwächer wirkenden Chlorcalcium dürften diese Grenzen nicht viel höher liegen. In ganz ähnlicher Art wirkt Chlornatrium besonders auf Kalk und Kali lösend. Auch hier liegt die Grenze bei etwa 0·5 Gr. Chlornatrium im Liter; concentrirtere Lösungen dürften z. B. bei der Wiesenbewässerung mit der Zeit nachtheilig werden. Im Anfang wirken alle diese Salzlösungen durch Löslichmachung von Pflanzennährstoffen sozusagen indirect düngend. Bei fortgesetzter Einwirkung jedoch verarmt der Boden an den löslich gewordenen Pflanzennährstoffen. Die hier verlaufenden Reactionen werden durch die chemische Massenwirkung bestimmt und geregelt. König schliesst aus seinen Versuchen (Verunrein. d. Gewässer 1888 pag. 405—411), dass Chlormagnesium und Chlorcalcium nicht als directe Pflanzengifte, sondern in obiger Art schädlich wirken. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass den Pflanzen selbst Nährstoffe (zu denen Chlornatrium nicht zählt), in mehr als $^1/_2$ Proc. Lösung nicht zusagen. A. Mayer (landw. Versuchst. 1876 Bd. 14. pag. 190) weist darauf hin, dass die schädliche Wirkung des Chlornatriums auf den Boden bei Ueberschwemmungen desselben mit Salzwasser in einem Zusammenschwemmen des Thones besteht, wodurch der Boden dichter, schwerer bearbeitbar, und der Luftcirculation unzugänglicher wird.

In gewerblicher Hinsicht wirken Chlorcalcium und Chlormagnesium bei Verunreinigung der Gewässer etc. schädlich durch Erhöhung der bleibenden Härte. Ein grösserer Chlormagnesiumgehalt ist bei den Kesselspeisewässern (siehe dieses) sehr nachtheilig. Für Zuckerfabricationszwecke kommen die melassebildenden Eigenschaften des Chlorcalciums, Chlormagnesiums und Chlornatriums in Betracht.

Chlorcalcium und Chlormagnesium können auch für die Fischzucht nachtheilig wirken, Süsswasserthiere gehen im Salzwasser meist zu Grunde.

Eine Reinigung der Chlorcalcium und Chlormagnesium führenden Abwässer ist praktisch nicht gut durchführbar, falls man nicht bei genügender Concentration der Flüssigkeit direct eine technische Verwendung für sie hat. Vielfach wurden Versuche gemacht, aus Chlorcalcium und Chlormagnesium Salzsäure resp. Chlor zu gewinnen. Jedoch sind diese Versuche noch nicht zu einem völlig befriedigenden Abschlusse gediehen. — Eine Reinigung des Chlornatrium führenden Abwassers ist nur durch Verarbeitung auf Kochsalz möglich, wozu das Wasser auch eine entsprechende Concentration haben muss. Ist das nicht thunlich, so erübrigt nur das Ablassen in grössere Wasserläufe.

3. Die Abgänge aus Chlorkalkfabriken, welche ihr Chlor aus Braunstein und Salzsäure herstellen, bestehen zum grössten Theil aus den von den Entwicklern abgelassenen, sauren Manganlaugen. Die ihrer Menge nach in Betracht kommenden Bestandtheile dieser Laugen sind Manganchlorür, Chlorcalcium, Eisenchlorid, freie Salzsäure, freies Chlor (meist wenig, eventuell auch Arsen). Die Schädlichkeit solcher Abwässer unterliegt keinem Zweifel. Vielfach wird jedoch eine Regeneration des Mangansuperoxydes aus diesen Laugen vorgenommen (Verfahren von Weldon), so dass sie wohl selten zum Abfluss gelangen. Man benützt übrigens diese Laugen auch zur Desinfection, Holzimprägnation u. dgl. Zu ihrer Unschädlichmachung wurde vorgeschlagen, si· mit Kalk zu versetzen und an der Luft oxydiren zu lassen.

4. Die Abwässer der Bleichereien, die mit Chlorkalk arbeiten, können an schädlichen Bestandtheilen unterchlorige Säure, resp. Chlor, freie Säure und Chlorcalcium enthalten. Ausserdem kommen Fett und Fettsäuren, schwefelsaures Natron, Chlornatrium, schwefelsaurer Kalk, suspendirte Stoffe vor, die das Wasser zwar zum Spülen, Waschen u. dgl. unbrauchbar machen, aber sonst nicht schädlich wirken, umsomehr, da ihre Menge meist gering ist.

Die freie Säure der Abwässer kann durch Vermischen mit den Laugewässern der Bleicherei, oder wenn diese nicht hinreichen, durch Kalk neutralisirt werden. Bleiben dann die Abwässer einige Zeit in Klärbassins stehen, so zersetzt sich die eventuell vorhandene, unterchlorige Säure, resp. das Kalksalz unter Bildung von Chlorcalcium.

5. Abgänge der Gasfabriken. Bei Verwendung von Kalk zur Leuchtgasreinigung resultiren durch den Regen aus dem abgelagerten Gaskalk Laugen, welche als besonders schädliche Bestandtheile Calciumpolysulfurete, Calciumhydrosulfid, Thiosulfat und Rhodancalcium enthalten. Diese Körper und besonders die Rhodanverbindungen sind heftige Pflanzengifte, und wirken auch für Fische schädlich. Der Gaskalk muss darum stets so aufbewahrt werden, dass die ihn durchdringenden Regenwässer nicht in die Wasserläufe gelangen. Als Verwendung des Gaskalkes wurde seine Benützung zum Enthaaren der Häute in der Gerberei, als Mörtel, als Desinfectionsmittel etc. vorgeschlagen. Zur Leuchtgasreinigung benützt man heute vielfach Eisenoxyd (natürlichen Raseneisenstein u. dgl.). Hiebei ist man von den Unannehmlichkeiten, welche die Beseitigung des Gaskalkes im Gefolge hat, verschont und kann aus der abgebrauchten Reinigungsmasse noch überdies gewisse Nebenproducte erhalten (Schwefel, Berlinerblau, Rhodanverbindungen u. s. w.) und sie vollständig regeneriren.

Das Gaswasser der Leuchtgasfabriken enthält kohlensaures, schwefelsaures, Schwefel-, Chlor-, Cyan- und Rhodan-Ammonium, ausserdem noch Theer und Theerbestandtheile. Es werden daraus Ammoniaksalze dargestellt. In den hiebei bleibenden Rückständen, dem abgekochten Gaswasser, finden sich die oben genannten Säuren an Kalk gebunden und ausserdem noch Theerbestandtheile vor. Diese Stoffe sind fast alle für Pflanzen und Fische schädlich. Die mit solchen Abwässern verunreinigten Gewässer dürften auch für die meisten industriellen Zwecke unbrauchbar sein. Können darum solche Abwässer nicht in grosse Wasserläufe, wo sie nicht mehr schaden, abgelassen werden, so ist man genöthigt sie von Lohe, Sägespänen etc.

einsaugen zu lassen, die Masse zu trocknen, zu pressen und zu verheizen. Auch kann man sie in cementirten, mit entsprechenden Abzügen versehenen Gruben eintrocknen.

6. Abflusswässer aus Steinkohlengruben. Dieselben sind fast alle durch einen nachweisbaren Gehalt an Chlornatrium ausgezeichnet und enthalten ausserdem die Chloride oder Sulfate, auch Carbonate des Calciums und Magnesiums, manchmal Natriumsulfat. Ferner findet sich in manchen derselben schwefelsaures Eisenoxydul und freie Schwefelsäure, herrührend von der Oxydation des Schwefelkieses. Auf die schädlichen Wirkungen des Chlornatriums, Chlorcalciums und Chlormagnesiums wurde schon oben hingewiesen. Die schädlichen Wirkungen des Eisensulfats und der freien Schwefelsäure werden bei den Abwässern der Schwefelkiesgruben besprochen. An diesen Orten vergleiche auch über die Reinigung.

7. Abflusswässer der Schwefelkiesgruben und Schwefelkieswäschereien. Dieselben enthalten schwefelsaures Eisenoxydul nebst freier Schwefelsäure, entstanden durch die Oxydation des Kieses. Ausserdem finden sich Sulfate des Calciums und Magnesiums, Chloralkalien u. dgl. Manche Wässer scheiden bei längerer Berührung mit Luft basische Eisensalze ab.

Beim Einlassen dieser Abwässer in Wasserläufe scheiden sich durch Einwirkung der Bicarbonate und des Sauerstoffs basische Eisenoxydsalze, resp. Eisenhydroxyd ab. Beim Eindringen von so verunreinigten Wässern in den Boden, z. B. bei der Wiesenbewässerung wird der suspendirte Schlamm in und auf dem Boden niedergeschlagen, während das gelöste Eisensulfat umsetzend auf die Bodenbestandtheile wirkt. Besonders werden Kalk, Magnesia und Kali bei fortgesetzter Einwirkung ausgewaschen. Durch das niedergeschlagene Eisenoxyd werden die Bodenporen verlegt und so die Luftcirculation gehemmt. Auch wirken solche Wässer auf die Pflanzen directe giftig, oder doch so verändernd, dass z. B. damit bewässerte Wiesen kein gutes Futter mehr liefern. Dass freie Schwefelsäure für den Boden und die Pflanzen schädlich wirkt, bedarf kaum erwähnt zu werden. Auch zur Viehtränke sind so verunreinigte Wässer unbrauchbar; ebenso auch für die Fischzucht. Für gewerbliche und industrielle Zwecke ist ein Eisenvitriol, freie Schwefelsäure, eventuell Eisenoxydschlamm führendes Wasser natürlich nicht zu verwenden. Zur Reinigung solcher Wässer ist es nöthig, die freie Säure durch eine Base zu binden, das Eisensulfat durch weiteren Zusatz der Base zu zerlegen und das abgeschiedene Eisenoxydulhydrat zu Oxydhydrat durch die innige Berührung mit Luftsauerstoff zu oxydiren. Die Reinigung kann auf solche Weise mit Kalk, resp. Kalkmilch erfolgen; hierauf gelangt das Wasser in Klärteiche. Wo solche Abwässer Tag und Nacht abfliessen oder sonst sehr grosse Mengen derselben zu bewältigen sind, schlägt König vor, sie durch ein mit Kalksteinen ausgemauertes Gerinne abzuleiten, welches durch flache, gleichfalls mit Kalkstein ausgekleidete Bassins unterbrochen ist, aus denen das Wasser cascadenartig (behufs Lüftung und Oxydation) abfliesst. Hiedurch wird die freie Schwefelsäure gebunden und das schwefelsaure Eisenoxyd unter schliesslicher Abscheidung von Eisenoxydhydrat zerlegt. Letzteres muss aus den Bassins von Zeit zu Zeit entfernt werden.

8. Abflusswässer aus Zinkblendegruben und Zinkblendepochwerken. Dieselben enthalten durch Oxydation der Zinkblende gebildetes Zinksulfat, etwas Kalk- und Magnesiumsulfat, etwas Eisensalz u. dgl. Zinksulfathältiges Wasser wirkt sowohl direct auf die Pflanzen giftig (A. Baumann nimmt eine Zerstörung des Chlorophyls als Ursache dieser schädlichen Wirkung an), als auch nachtheilg auf die Bodenbeschaffenheit. So setzt es sich mit dem Calciumcarbonat und Phosphat des Bodens, mit Silicaten (Zeolithen, Feldspathen) unter Niederschlagnng von Zink in Form des Carbonates, Phosphates etc. um, während Kalk und Kali bei dauernder Einwirkung ausgewaschen werden. Auch Humus absorbirt Zink in Form von humussaurem Salz aus Zinksulfatlösungen. Dadurch wird die weitere Zersetzung des Humus verzögert. — Nachdem die Abflüsse von Zinkblendegruben im Allgemeinen der Menge nach nicht sehr bedeutend sind und überdies durch Einfliessen in Bäche und Flüsse stark verdünnt werden, kommt ihre Wirkung in industrieller, resp. gewerblicher Hinsicht, weniger in Betracht.

Die Reinigung geschieht mit Kalkmilch, wodurch einerseits Zinkoxydhydrat niedergeschlagen, andererseits schwefelsaurer Kalk gebildet wird. Das Zinkoxydhydrat lässt man in Klärteichen absitzen. Aehnlich kann man mit den Abwässern der Blei- und Kupfererz-Aufbereitung verfahren.

Wasserstoffsuperoxyd (*l'eau oxygénée, peroxyde d'hydrogène — peroxide of hydrogen*) Wasserstoffperoxyd, Wasserstoffdioxyd, Symb. H_2O_2 oder (HO_2), Moleculargewicht 34 (nach Stas 33·92), in 100 Gewth. sind 5·986 Gewth. Wasserstoff und 94·104 Gewth. Sauerstoff enthalten.

Das Wasserstoffsuperoxyd wurde im Jahre 1818 von Thénard entdeckt und von ihm oxydirtes Wasser genannt. Es ist eine Verbindung von 2 Gewichtstheilen (2 Atomen) Wasserstoff mit 32 Gewichtstheilen (2 Atomen) Sauerstoff; es ist die sauerstoffreichste chemische Verbindung.

Das Wasserstoffsuperoxyd findet sich in sehr geringen Mengen in der atmosphärischen Luft in etwas grösserer Menge in fast jedem Regenwasser (0·05 bis 1^{mgr} im Liter), auch im Schnee, dagegen nicht in natürlichem Thau und Reif vor. Meissner fand es (1863) in frisch

gefallenem Regen nach Gewittern (vgl. auch Schönbein, Journ. f. prakt. Chem. 106 pag. 270). Fr. Goppelsröder betrachtet das Wasserstoffsuperoxyd als normalen Bestandtheil der Luft (Journ. f. pr. Chem. (2) 4 pag. 139 und 383; vgl. H. Struve, Ztschr. f. anal. Chemie 8 pag. 315, 11 pag. 28; W. Schmidt, Journ. f. pr. Chem. 107 pag. 60). In überzeugendster Weise wurde das Vorkommen von Wasserstoffsuperoxyd in der Atmosphäre und den atmosphärischen Niederschlägen von E. Schöne dargethan (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 7 pag. 1693; 11 pag. 482, 561, 874, 1028, 13 pag. 1503).

Wasserstoffsuperoxyd wurde ferner von J. Clermont (Compt. rend. 80 pag. 1591) in verschiedenen Pflanzensäften (so im Safte des Weinstocks, Tabaks und einzelnen Lattichartén), von Griesmayer (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 9 pag. 83), in besonnten Ahornblättern aufgefunden.*) Neuerdings hat auch C. Wurster (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 19 und 20) auf das Vorkommen des Wasserstoffsuperoxyds im Pflanzen- und Thierkörper hingewiesen. Schönbein (Journ. f. pr. Chem. 92 pag. 168) hat im menschlichen Harn Wasserstoffsuperoxyd in kleinen und wechselnden Mengen aufgefunden.

Das Wasserstoffsuperoxyd entsteht bei der Elektrolyse von schwefelsäurehaltigem Wasser (vergl. Fr. Richarz, Bild. d. Wasserstoffsuperoxyds bei d. Elektrol. verd. Schwefelsäure, Inaug-Dissert. Berlin 1884 und Ann. d. Phys. u. Chem. N. F. 31 pag. 912). Ferner bildet sich Wasserstoffsuperoxyd bei einer grossen Anzahl von Oxydationsprocessen.

Bei Einwirkung von Ozon auf wässriges Ammoniak entsteht neben salpetrigsaurem Ammoniak Wasserstoffsuperoxyd (Carius, Ann. d. Chem. u. Pharm. 174 pag. 31). Nach Carius ist diese Bildungsweise eine Quelle für das Wasserstoffsuperoxyd der Atmosphäre.

Bei der langsamen Oxydation des feuchten Phosphors durch den Sauerstoff der Luft entsteht ausser Ozon auch Wasserstoffsuperoxyd.

Auch bei der langsamen Oxydation mancher Metalle (z. B. Zink, Eisen, Blei, Kupfer) bei Gegenwart von Wasser bildet sich Wasserstoffsuperoxyd. Schüttelt man Zink in feiner Vertheilung, als Feilspähne oder pulveriges Amalgam, mit etwas Wasser in einer mit Luft gefüllten Flasche, so enthält das Wasser alsbald Wasserstoffsuperoxyd. Angesäuertes Wasser erleichtert durch Lösung des gebildeten basischen Oxydes und somit Blankhaltung der Metalloberfläche die Reaction.

Schüttelt man Palladiumwasserstoff mit Wasser und Luft, so entsteht Wasserstoffsuperoxyd (M. Traube, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 15 pag. 222). Ebenso auch beim Schütteln von Platin als Draht oder Blech mit Wasser, Wasserstoff und Luft (Traube, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 15 pag. 2854).

Auch bei der langsamen Oxydation organischer Substanzen bildet sich Wasserstoffsuperoxyd.

Aether in gleichzeitig Luft enthaltenden Flaschen aufbewahrt, wird wasserstoffsuperoxydhaltig. Bei der Oxydation von Gerbsäure, Gallussäure, Indigweiss in alkalischer Lösung durch den Luftsauerstoff, bei der Verwesung organischer Stoffe entsteht Wasserstoffsuperoxyd (vgl. auch Struve, Wien. Acad. Ber. 2. Abth. 1868 pag. 432). Wird ein Gemisch von Terpentinöl und Wasser dem Sonnenlichte ausgesetzt, so entsteht neben Ozon Wasserstoffsuperoxyd (Schönbein, Journ. f. pr. Chem. 99 pag. 11; Radenowitsch, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 6 pag. 1208; W. Radulowitsch, Ber. d. d. chem. Ges. 15 pag. 1461). Destillirt man Terpentinöl, Wachholderöl oder Citronenöl mit Wasserdampf in einem verhältnissmässig grossen Luftvolumen (bei Ausschluss von directem Sonnenlicht), so ist das Destillat und der Destillationsrückstand wasserstoffsuperoxydhaltig (Schär, Schweiz. Wochenschr. f. Pharm. 1866 pag. 347; vgl. auch C. T. Kingzett, Journ. of the Chem. Soc. 13 pag. 210).

Nach Schönbein (Journ. f. pr. Chem. 98 pag. 257) entsteht auch bei Abwesenheit von Wasser bei der langsamen Oxydation von wasserfreiem Aether, Aceton, Methyl-, Aethyl- und Amyl-Alkohol im directen Sonnenlichte Wasserstoffsuperoxyd.

Die Menge des bei den vorstehend skizzirten Bildungsweisen auftretenden Wasserstoffsuperoxydes ist je nach Umständen verschieden, im Allgemeinen gering. Das bei der Einwirkung von Zink, Wasser und Luft aufeinander gebildete Wasserstoffsuperoxyd wird durch weitere Einwirkung des Zinks wieder zerstört. Verwendet man an Stelle von Zink, Eisen und mit Schwefelsäure angesäuertes Wasser, so wird das gebildete Wasserstoffsuperoxd sogleich zur Oxydation des entstehenden Ferrosulfates verwendet. Auch bei der Bildung durch langsame Oxydation des feuchten Phosphors betheiligt sich das entstandene Wasserstoffsuperoxyd an der Weiteroxydation des Phosphors. Ozon und Wasserstoffsuperoxyd können in grösserer Menge, resp. bei nicht genügender Verdünnung nicht nebeneinander bestehen. Verlaufen die Oxydationsprocesse bei höherer Temperatur, so kann sich hiebei umsoweniger Wasserstoffsuperoxyd bilden, da es bei höherer Temperatur nur in sehr verdünnter Lösung bestehen kann. Es wurde jedoch auch in solchen Fällen Wasserstoffsuperoxyd nachgewiesen. Schönbein beobachtete die Entstehung des Wasserstoffsuperoxyds beim Schütteln von Phosphor mit siedend heissem Wasser und Luft. Selbst bei lebhafter Verbrennung der Körper wurde die

*) Belluci (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 9 pag. 83 u. 12 pag. 136) zweifelt an dem Vorkommen von Wasserstoffsuperoxyd in Pflanzensäften.

Bildung von Wasserstoffsuperoxyd beobachtet. A. Schuller (Jahrber. f. Chem. 1882 pag. 121) beobachtete seine Entstehung bei der Verbrennung von Wasserstoff im Sauerstoff und bei der Knallgasexplosion. A. R. Leeds (Chem. Ztg. 1884 pag. 523) fand, dass beim Verbrennen von sorgfältigst gereinigten Kohlenwasserstoffen und von Wasserstoff in völlig gereinigter Luft stets Wasserstoffsuperoxyd neben Ammoniumnitrat (und kein Ozon) entsteht.

Leitet man eine Kohlenoxyd- oder Wasserstoffflamme auf Wasser, so dass beide in unmittelbare Berührung treten, so findet sich in dem Wasser Wasserstoffsuperoxyd vor, indem die abkühlende Wirkung des Wassers das bei der Verbrennung gebildete Wasserstoffsuperoxyd vor Zersetzung bewahrt (Traube, vgl. bei Darstellung des Wasserstoffsuperoxydes).

M. Traube (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 18 pag. 1890) fand, dass brennendes Kohlenoxyd in völlig trockener Luft erlischt. Er ist der Ansicht, dass die Gegenwart des Wassers durch Bildung von Wasserstoffsuperoxyd daraus und Wiederzerlegung desselben, das Zustandekommen der Verbrennung bedingt, dass also das Wasserstoffsuperoxyd hier als Sauerstoffüberträger wirkt. Vgl. dagegen Lothar Meyer, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 19 pag. 1099.

Zumeist erklärt man die Bildung von Wasserstoffsuperoxyd bei den verschiedenen Oxydationsprocessen durch die Annahme, dass hiebei die Sauerstoffmoleküle gespalten werden, und die nascirenden Sauerstoffatome gleichzeitig anwesendes Wasser oxydiren. Ozon vermag Wasser durch directe Einwirkung nicht zu oxydiren. Entgegen obiger Ansicht nimmt Traube (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 15 pag. 663) an, dass Wasserstoffsuperoxyd nicht durch eine Oxydation, sondern durch eine Reduction des Wassers entsteht. Nach ihm werden nicht die Sauerstoffmoleküle, sondern die viel leichter spaltbaren Moleküle des Wassers zerlegt. Die Bildung des Wasserstoffsuperoxydes bei Einwirkung von Zink, Wasser und Luft stellt sich dann nach Traube wie folgt dar:

$$Zn + \begin{matrix} OHH \\ OHH \end{matrix} + \begin{matrix} O \\ | \\ O \end{matrix} = Zn < \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} + \begin{matrix} H - O \\ | \\ H - O \end{matrix}$$

Wasserstoffsuperoxyd entsteht ferner auch bei der Einwirkung verdünnter Säuren auf die Superoxyde der Alkalien und alkalischen Erden, welche Bildungsweise vorzüglich zu seiner Darstellung verwendet wird.

Die Darstellung des Wasserstoffsuperoxyds gelingt am leichtesten nach der eben erwähnten Bildungsweise. Bei Anwendung von Baryumsuperoxyd und Salzsäure verläuft der Process gemäss der Reactionsgleichung:

$$BaO_2 + 2HCl = H_2O_2 + BaCl_2.$$

Man verwendet entweder Baryumsuperoxyd oder sein Hydrat und von Säuren Kohlensäure, Schwefelsäure, Salzsäure und Kieselfluorwasserstoffsäure, Flussäure und Phosphorsäure. Das Superoxyd wird in die Lösung der Säure eingetragen, welche während der Operation stets vorwalten muss. Die Säure muss ferner eingekühlt sein, damit nicht durch eine etwa eintretende Temperaturerhöhung eine Zersetzung des gebildeten Wasserstoffsuperoxydes eingeleitet werde. Am bequemsten ist die Anwendung jener Säuren, welche mit Baryt ein unlösliches Salz liefern.

Statt Baryumsuperoxyd kann auch, u. z. sehr vortheilhaft, dessen Hydrat ($BaO_2 + 8H_2O$) verwendet werden. Es lässt sich aus dem käuflichen Product leicht rein darstellen (Thomson, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 7 pag. 73), hält sich im feuchten Zustande, in gut schliessenden Flaschen aufbewahrt, sehr lange unverändert und setzt sich mit der Säure sehr leicht und rasch um.

Duprey (Journ. f. prakt. Chem. 88 pag. 440) empfiehlt, durch Wasser einen raschen Strom von Kohlensäure zu leiten und in kleinen Partien höchst fein gepulvertes Baryumsuperoxyd (oder nach Otto das Hydrat) einzutragen. Die Flüssigkeit muss gut (zum Schlusse mit Eis) gekühlt werden. Hat sich viel Carbonat abgeschieden, so lässt man dasselbe absitzen und beginnt mit der klar abgezogenen Flüssigkeit die Operation aufs Neue. Die Kohlensäure muss stets im Ueberschusse vorhanden sein. Die geringe Menge von in Lösung befindlichem Baryumbicarbonat wird durch vorsichtigen Zusatz von verdünnter Schwefelsäure entfernt, von der ein kleiner Ueberschuss, falls er bei der Anwendung des erhaltenen Wasserstoffsuperoxyds nicht schadet, wegen der grösseren Haltbarkeit gegeben werden kann.

Verwendet man Schwefelsäure statt Kohlensäure, so wird das höchst feinzerriebene Baryumsuperoxyd oder besser das Hydrat desselben in die verdünnte Säure (bei Anwendung von Superoxyd 1 zu 15 bis 20, bei Anwendung von Superoxydhydrat 1 zu 5) unter Rühren und Abkühlen in kleinen Portionen eingetragen. Ist schliesslich die Säure fast neutralisirt, so wird vom Baryumsulfat decantirt, filtrirt, nachdem, wenn nöthig, der letzte Rest von Schwefelsäure vorsichtig mit Barytwasser entfernt wurde.

Die Anwendung von Salzsäure hat schon Thénard empfohlen. Da das hiebei entstehende Baryumchlorid ein in Wasser lösliches Salz ist, so erfolgt die Umsetzung leicht und schnell. Die Beseitigung der Hauptmasse des Chlorbaryums soll durch entsprechendes Einkühlen der Flüssigkeit, wodurch das Salz zum Auskrystallisiren gebracht wird, gelingen. Die

letzten Reste werden durch vorsichtiges Eintragen kleiner Mengen von Silbersulfat entfernt, wobei das Baryum als Sulfat, das Chlor als Chlorsilber als unlöslich abgeschieden werden. Schadet ein grösserer Ueberschuss an Salzsäure nicht, so kann man das Baryum auch durch verdünnte Schwefelsäure wegschaffen. Zur Beseitigung eines Eisengehaltes (auch Mangangehaltes) versetzt man mit etwas Phosphorsäurelösung, macht mit Baryumsuperoxyd ganz neutral und fällt so das Eisen als Ferriphospat, welches auf Wasserstoffsuperoxyd nicht zersetzend einwirkt.

Der Vorschlag von Pelouze bei der Herstellung des Wasserstoffsuperoxydes Kieselfluorwasserstoffsäure anzuwenden, hat sich anfangs nicht bewährt, indem nach Schönbein sehr viel Kieselfluorbaryum in Lösung bleibt und das abgeschiedene Kieselfluorbaryum, andererseits Wasserstoffsuperoxyd zurückhält. Dennoch wird jetzt wieder auch bei der Herstellung von Wasserstoffsuperoxyd in grösserem Masstabe Kieselfluorwasserstoffsäure und Flusssäure angewendet.

In Folge des niedrigen Preises und der grossen Reinheit des heute im Handel vorkommenden Baryumsuperoxydes wird dasselbe zur Herstellung von Wasserstoffsuperoxyd im Grossen wohl allgemein angewendet (vgl. auch W. Lindner, Ueber Darstellung und Anwendung von Wasserstoffsuperoxyd, Chem. Ztg. 1885 pag. 940 und 976). Ein Verfahren zur Herstellung von Superoxyden der alkalischen Erden, resp. Wasserstoffsuperoxyd im Grossen für Bleichzwecke wurde von L. Mond angegeben (engl. Patent vom 5. April 1883 Nr. 1683, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 16 pag. 980; vergl. auch Wagners Jahrber. d. chem. Techn. f. 1883 pag. 357).

Durch Eintragen der durch längeres Schmelzen von Kalium unter Einwirkung eines Luftstromes erhaltenen, an Kaliumsuperoxyd reichen Masse in Kieselfluorwasserstoff- oder Weinsäure, erhält man leicht eine verdünnte Lösung von Wasserstoffsuperoxyd. Das Kalium wird hiebei als schwerlösliches Kieselfluorkalium oder saures, weinsaures Kalium abgeschieden (C. Hoffmann, Ann. d. Chem. u. Pharm. 136 pag. 188; vgl. auch Schönbein, Journ. f. pr. Chem. 77 pag. 263 u. Osann, Chem. Ctrlbl. 1862 pag. 97). Berthelot (Jahrber. f. Chem. 1881 pag. 504) stellt Wasserstoffsuperoxyd durch Zerlegung von Aethylperoxyd mit Wasser dar.

Nach Siegfried Lustig (D. R.-P. 40690) wird zur Herstellung von Wasserstoffsuperoxyd Zinkamalgam mit alkoholischer Schwefelsäure und Luft geschüttelt, das gebildete Zinksulfat von der Flüssigkeit getrennt und letztere im Vacuum concentrirt.

M. Traube (D. R.-P. 27163, Chem. Ztg. 1884 pag. 1177) bringt die Flammen von Kohlenoxyd, Wasserstoff, Wassergas, Leuchtgas etc. auf die verschiedenartigste Weise in innige Berührung mit Wasser, in welchem sich dann alsbald erhebliche Mengen von bei der Verbrennung gebildeten und durch die abkühlende Wirkung des Wassers vor Zersetzung bewahrtem Wasserstoffsuperoxyd auflösen.

Die Concentration einer verdünnten Lösung von Wasserstoffsuperoxyd bewirkt man im Vacuum über Schwefelsäure. Nach Hanriot (Chem. Ctrbl. 1885 pag. 134 und 198) kann man ganz verdünnte Lösungen durch Eindampfen, sodann durch Ausfrieren (vgl. bei Eigenschaften) vorconcentriren und dann erst ins Vacuum bringen.

Das im Handel vorkommende Wasserstoffsuperoxyd hat meist einen Gehalt von 3 bis 4 Proc. und ist mehr oder minder rein. Als Verunreinigungen finden sich Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Thonerde, Magnesia, Kali, Natron, fast stets etwas Kalk und bei weniger sorgfältiger Fabrication Baryt, sowie geringe Mengen von Eisen, Kupfer, Blei, Mangan etc. In letzterem Falle ist das Product, selbst wenn es etwas sauer ist, doch weniger haltbar als ein von Metallen freies Superoxyd. Ueber die Herstellung eines reinen Wasserstoffsuperoxydes aus dem Handelsproduct vgl. Mann, Chem. Ztg. 1888 pag. 857.

Das Wasserstoffsuperoxyd muss, um sich recht lange unzersetzt zu halten, unter Lichtabschluss bei möglichst niedriger Temperatur (nicht über 20°) aufbewahrt werden. Die Haltbarkeit ist auch von seiner Reinheit abhängig. Ein gutes Product kann man bei Einhaltung obiger Bedingungen in Glasballons aufbewahren, ohne dass es im Laufe eines Vierteljahres mehr als 0·1 Proc. an seinem Gehalte einbüsst. Auch die conservirende Säure (saure Lösungen halten sich besser als neutrale) ist von Einfluss und wirkt hier Phosphorsäure besser als Schwefelsäure. Die Aufbewahrung geschieht am besten in Glasgefässen, doch

eignen sich auch gut ausgepichte Fässer, blanke Zinkgefässe, oder solche, die mit Bernsteinlack überzogen sind (W. Lindner a. a. O.).

Eigenschaften. Das thunlichst concentrirte Wasserstoffsuperoxyd ist eine syrupdicke, mit Wasser in jedem Verhältnisse mischbare farblose Flüssigkeit. Der Geschmack ist bitter und herbe und selbst in grosser Verdünnung noch deutlich wahrnehmbar. Verdünnte Lösungen sind geruchlos. Das höchst concentrirte Wasserstoffsuperoxyd soll nach Thenard einen eigenthümlichen Geruch besitzen. Die syrupdicke Flüssigkeit Thenards zeigte ein specifisches Gewicht von 1·453, sie konnte auch bei —30° noch nicht zum Erstarren gebracht werden. Verdünnte Lösungen liefern, entsprechend abgekühlt, ein Eis, welches nach Schönbein keine Spur von Wasserstoffsuperoxyd enthält. Otto (vgl. Michaelis, ausführl. Lehrb. d. Chem. I pag. 246, Fussnote) widerspricht dieser Beobachtung. Neuerer Zeit bestätigte aber Hanriot (a. a. O.) die Beobachtung Schönbeins; er ist geneigt, die Existenz eines bei —13 bis —15° schmelzenden Hydrates des Wasserstoffsuperoxydes anzunehmen. In concentrirter Lösung zerlegt sich das Wasserstoffsuperoxyd langsam schon bei gewöhnlicher, sehr rasch bei erhöhter Temperatur in Wasser und Sauerstoff und concentrirte Lösungen müssen, um sie vor zu rascher Zersetzung zu bewahren, durch Eis gekühlt aufbewahrt werden. Beim Erhitzen concentrirter Lösungen kann die Lebhaftigkeit der Zersetzung bis zur Explosion gesteigert werden. Je verdünnter die Lösung, desto haltbarer ist sie. Sehr stark verdünnte Lösungen enthalten auch nach dem Aufkochen noch Wasserstoffsuperoxyd. Ein Theil desselben verflüchtigt sich hiebei mit den Wasserdämpfen. Nach Hanriot (a. a. O.) kann man eine Lösung von Wasserstoffsuperoxyd in der Praxis bis zu einem Gehalt von 15 Vol. *) durch Eindampfen concentriren, ohne dass man erhebliche Verluste erleidet. Hanriot destillirte Lösungen von Wasserstoffsuperoxyd bei vermindertem Druck und fand, dass das überdestillirte Wasser kaum Spuren von Wasserstoffsuperoxyd enthielt. Auf solche Weise konnte er ein Präparat von hoher Concentration erhalten. Säuren erhöhen, Alkalien vermindern die Beständigkeit der Lösung des Wasserstoffsuperoxydes. Auch in Alkohol und in Aether ist Wasserstoffsuperoxyd löslich.

Bei der Elektrolyse zerfällt Wasserstoffsuperoxyd in Wasserstoff und Sauerstoff u. z. wird noch einmal so viel Sauerstoff als bei der Elektrolyse des Wassers entwickelt.

Ein Molekül Wasserstoffsuperoxyd entwickelt bei seinem Zerfalle in Wasser und Sauerstoff 23070 Wärmeeinheiten und diese sind somit auch andererseits zu seiner Bildung erforderlich.

Das Wasserstoffsuperoxyd gibt leicht die Hälfte seines Sauerstoffes an leicht oxydirbare Körper ab, es wirkt kräftig oxydirend. So werden von ihm alle Metalle mit Ausnahme der Edelmetalle oxydirt. Es verwandelt niedere Oxydationsstufen in höhere, z. B. arsenige Säure in Arsensäure, schweflige Säure in Schwefelsäure, Eisenoxydulsalze in Oxydsalze, Baryt und Kalk in Superoxyde. Eine Lösung von Chromoxydhydrat in Kalilauge wird in eine solche von chromsaurem Kali verwandelt. Bleiessiglösung zu Wasserstoffsuperoxyd hinzugefügt, erzeugt einen braunen Niederschlag von Bleisuperoxyd, welches durch weitere Einwirkung des Wasserstoffsuperoxydes wieder in Bleioxydhydrat übergeht. Setzt man Wasserstoffsuperoxyd zu einem grossen Ueberschuss von Chlorwasser hinzu, so entsteht unterchlorige Säure. (Th. Fairley, Jahrber. f. Chem. 1874 pag. 210). Wasserstoffsuperoxyd scheidet aus Schwefelwasserstoff Schwefel, aus Jodwasserstoff Jod, aus Chlorwasserstoff Chlor aus, indem es den Wasserstoff dieser Verbindungen oxydirt (Carius, Lenssen). Sulfide verwandelt es in Sulfate, z. B. Schwefelblei in schwefelsaures Blei. Es wirkt oxydirend, resp. zerstörend auf organische Farbstoffe (es bleicht). Andererseits wirkt das Wasserstoffsuperoxyd wieder reducirend. So z. B. auf einige Oxyde, Superoxyde und Säuren. Silberoxyd und Wasserstoffsuperoxyd geben unter Sauerstoffentwicklung metallisches Silber und Wasser. Analog verhalten sich Gold- und Quecksilberoxyd; Bleisuperoxyd und Wasserstoffsuperoxyd liefern unter Sauerstoffentwicklung Bleioxyd und Wasser. Aus Mangansuperoxyd und Wasserstoffsuperoxyd entsteht bei Gegenwart einer Säure, z. B. Schwefelsäure, Manganosulfat und Wasser, während Sauerstoff entweicht. Fügt man zu einer mit Schwefelsäure angesäuerten Lösung von Wasserstoffsuperoxyd eine Lösung von Kaliumpermanganat, so wird dieselbe entfärbt und

*) d. h. dass die Lösung so viel Wasserstoffsuperoxyd enthält, dass sie bei Zersetzung desselben ihr 15faches Volumen Sauerstoff zu liefern vermag.

es entsteht unter Sauerstoffentwicklung einerseits Wasser, andererseits Manganosulfat. Eine Lösung von jodsaurem Kalium wird durch Wasserstoffsuperoxyd unter Entweichen von Sauerstoff und Bildung von Jodkalium und Wasser zerlegt. Ebenso wird eine Lösung von unterchlorigsaurem Natrium unter Sauerstoffentwicklung zu Chlornatrium reducirt. Mischt man die Lösung eines Eisenoxydsalzes mit einer solchen von rothem Blutlaugensalz, so erhält man eine braune Flüssigkeit. Setzt man nun Wasserstoffsuperoxyd zu, so erhält man eine Ausscheidung von Berlinerblau, indem das Eisenoxydsalz unter Entwicklung von Sauerstoff zu Oxydulsalz reducirt wird. Bringt man zu einer mit Schwefelsäure angesäuerten Lösung von Chromsäure oder einer mit Schwefelsäure angesäuerten Lösung von Kaliumbichromat Wasserstoffsuperoxyd, so entsteht eine wahrscheinlich von der Bildung von Ueberchromsäure herrührende blaue Färbung. Nach einiger Zeit bildet sich aber unter Entwicklung von Sauerstoff eine Lösung von schwefelsaurem Chromoxyd, es erfolgt also abermals eine Reduction. Ozon und Wasserstoffsuperoxyd geben gewöhnlichen Sauerstoff und Wasser.

Das Wasserstoffsuperoxyd wirkt also ebensowohl oxydirend, als auch in anderen Fällen reducirend. Bestimmend für seine Wirkung in der einen oder anderen Richtung sind vielfach die in dem betreffenden Falle herrschenden Umstände, z. B. die saure oder alkalische Reaction, der Verdünnungsgrad der Flüssigkeit, oder die Menge des vorhandenen Wasserstoffsuperoxyds etc. So wirkt es oxydirend auf Oxyde, welche in alkalischer Lösung geneigt sind, Sauerstoff aufzunehmen, es oxydirt z. B. Chromoxyd in alkalischer Lösung zu Chromsäure und wirkt umgekehrt wieder reducirend auf Säuren in saurer Lösung, welche in solcher leicht Sauerstoff abgeben. So wird Chromsäure in schwefelsaurer Lösung schliesslich zu Chromsulfat reducirt (vgl. auch Lenssen, Journ. f. prakt. Chem. 81 pag. 278). Wasserstoffsuperoxyd oxydirt bei einem grossen Ueberschuss an Chlorwasser das Chlor zu unterchloriger Säure, während die letztere bei einem Ueberschusse an Wasserstoffsuperoxyd durch dasselbe zu Chlorwasserstoff reducirt wird.

Manche Substanzen zerlegen das Wasserstoffsuperoxyd in Sauerstoff und Wasser, ohne dass sie selbst dabei eine wahrnehmbare Veränderung erleiden. Sie wirken dem Anscheine nach nur durch ihre Gegenwart. Solche Körper sind z. B. Platinmohr, welches Wasserstoffsuperoxyd unter lebhaftem Entweichen von Sauerstoff zerlegt. Tropft man concentrirtes Wasserstoffsuperoxyd auf Platinmohr, so tritt Explosion ein. Analog wie Platin verhalten sich Gold und Silber. Ebenso wirken auch Mangan- und Bleisuperoxyd auf neutrales Wasserstoffsuperoxyd (Schöne, Ann. d. Chem. u. Pharm. 1879 pag. 70 und 186). Holzkohle, sowie manche organische Substanzen zeigen ebenfalls diese katalytische Wirkung (z. B. Blutfibrin, Blutkörperchen, Kleber).

Möglicherweise entsteht beim Zerfall des Wasserstoffsuperoxydes Ozon, worauf z. B. folgende Reactionen deuten. Guajactinctur wird von Wasserstoffsuperoxyd nicht gebläut, dagegen von Ozon. Bringt man etwas Guajactinctur zu Wasserstoffsuperoxyd und setzt dann einen katalytisch wirkenden Körper hinzu, z. B. Platinmohr, so tritt sofort Bläuung ein. Wendet man statt Guajactinctur Jodkaliumstärkekleister an, so erhält man bei Zusatz von Platinmohr ebenfalls sofort eine Bläuung, während doch Wasserstoffsuperoxyd den Jodkaliumstärkekleister höchst langsam, Ozon aber sogleich bläut. Setzt man zu Wasserstoffsuperoxyd etwas Indigolösung, so wird diese nur sehr langsam entfärbt, sogleich aber bei Anwendung eines katalytisch wirkenden Körpers. Ozon entfärbt Indigolösung ebenfalls sofort.

Das Wasserstoffsuperoxyd lässt sich auffassen als Wasser, in welchem ein Wasserstoffatom durch die Gruppe OH (Hydroxylgruppe) ersetzt ist: $H—O—(OH)$ und es kann also die Constitution des Wasserstoffsuperoxydes durch die Formel $H—O—O—H$ ausgedrückt werden. Alle Verbindungen, in denen Sauerstoff an Sauerstoff gebunden ist, haben die Eigenschaft, sehr leicht zu zerfallen und hieraus erklärt man die Unbeständigkeit des Wasserstoffsuperoxydes, sowie seine einerseits reducirende, andererseits oxydirende Wirkung. Aus dem leichten Zerfalle in Sauerstoff und Wasser schliesst man, dass ein Theil, resp. das ein Sauerstoffatom im Wasserstoffsuperoxyd nur lose gebunden ist und daher auch sehr leicht an oxydirbare Körper abgegeben wird. Trifft Wasserstoffsuperoxyd mit einem Körper zusammen, der ebenfalls einen Theil oder seinen ganzen Sauerstoff nur lose gebunden enthält, so überwiegt die Anziehung des Sauerstoffes zum Sauerstoff seine lose Bindung im Wasserstoffsuperoxyd, sowie jene in dem anderen, in Reaction tretenden Körper, es entweicht Sauerstoff als Molekül, während andererseits Wasser und ein Reductionsproduct des anderen Körpers entsteht. So geben, wie bereits oben erwähnt, Bleisuperoxyd und Wasserstoffsuperoxyd, Sauerstoff, Wasser und Bleioxyd, Silberoxyd und Wasserstoffsuperoxyd, Sauerstoff, Wasser und metallische Silber u. s. w.

M. Traube (Ber. d. d. chem. Ges. 1886 pag. 1111; vgl. auch oben) betrachtet das Wasserstoffsuperoxyd als eine Verbindung des Moleküls Sauerstoff mit 2 Atomen Wasserstoff, indem er die von Kekulé aufgestellte Hypothese, dass auch Moleküle sich mit einander vereinigen können, dahin erweitert, dass auch Moleküle mit Atomen sich verbinden. Das Sauerstoffmolekül besitze zwei Verwandtschaftseinheiten, welche ganz unabhängig von den im Molekül gebundenen Valenzen ihm selbst eigen sind. Die Formel des Wasserstoffsuperoxydes ist sodann:

$$H - \overset{\text{II}}{\boxed{O = O}} - H.$$

Die beiden Wasserstoffatome sind nur lose an das Sauerstoffmolekül gebunden, daher die energische Reductionskraft des Wasserstoffsuperoxydes. Trifft es mit einem Oxydationsmittel zusammen, so vereinigt sich sein Wasserstoff mit jenem des Oxydationsmittels und das Sauerstoffmolekül des Wasserstoffsuperoxydes wird frei. Durch reducirende Körper wird das Wasserstoffsuperoxyd in Hydroxylgruppen gespalten und diese treten dann in Verbindung, z. B. $SO_2 + H_2O_2 = SO_2(OH)_2$. Im Wasserstoffsuperoxyd ist durch die Vereinigung des Sauerstoffmoleküls mit den Wasserstoffatomen, in Folge der concurrirenden Anziehungskraft der Sauerstoffatome zu den Wasserstoffatomen, der innige Zusammenhang zwischen den beiden Sauerstoffatomen gelockert, und darum der leichte Zerfall des Wasserstoffsuperoxydes in Sauerstoff und Wasser schon beim blossen Erhitzen erklärlich.*)

Bezüglich der sehr schwierigen Erklärung der katalytischen Wirkung von Platin, Gold, Mangan- und Bleisuperoxyd in neutraler Lösung, von Kohle, Blutfibrin etc., vgl. Bunsen, Gasometr. Meth. pag. 267; Brodie, Phil. Trans. of the Royal Soc. of London 1850, 2 pag. 759 und Proc. of the R. Soc. of London 11 pag. 442; Weltzien, Ann. d. Chem. u. Pharm. 138 pag. 129; Traube, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 15 pag. 672 u. 19 pag. 1114; Berthelot, Jahrber. f. Chem. 1880 pag. 250.

Bezüglich der Eigenschaften des Wasserstoffsuperoxydes, vgl. auch Schöne, Ann. d. Chem. u. Pharm. 192 pag. 257, 193 pag. 241, 195 pag. 228.

Nachweis und quantitative Bestimmung des Wasserstoffsuperoxydes. Versetzt man die zu prüfende Flüssigkeit mit etwas Jodkaliumstärkekleister und sodann mit ein wenig verdünnter Eisenvitriollösung, so tritt bei Anwesenheit von Wasserstoffsuperoxyd Bläuung ein. Säuren vermindern die Empfindlichkeit der Reaction (Schönbein, Journ. f. pr. Chem. 79 pag. 65). Fügt man etwas Kupfervitriol hinzu, so gelingt die Reaction auch in saurer Lösung (Traube, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 17 pag. 1062). Wasserstoffsuperoxyd scheidet an sich aus Jodkalium Jod aus, jedoch nur langsam, während dies durch Ozon sogleich erfolgt (Schöne).

Bringt man zu einer Wasserstoffsuperoxyd enthaltenden Flüssigkeit ein oder zwei Tropfen verdünnte Bleiessiglösung, dann etwas verdünnten Jodkaliumstärkekleister und etwas verdünnte Essigsäure, so erfolgt eine Bläuung (Schönbein, Journ. f. pr. Chem. 86 pag. 129).

Die mit einem Eisenoxydsalz versetzte Lösung von rothem Blutlaugensalz liefert mit Wasserstoffsuperoxyd Berlinerblau. Die Flüssigkeiten sollen möglichst neutral sein. Nach Schöne tritt diese Reaction mit Ozon nicht ein, wohl aber mit salpetrigsaurem Ammoniak. Verdünnte Indigolösung wird durch Wasserstoffsuperoxyd auf Zusatz von Eisenvitriol entfärbt (s. o.). Wie Eisenvitriol wirkt auch Platin, ferner Blutkörperchen. Man hat diese Reaction darum auch wieder umgekehrt zur Erkennung von Blutkörperchen (Blutflecken) vorgeschlagen.

Eine mit Wasserstoffsupersulfid entfärbte Indigolösung wird auf Zusatz von etwas Wasserstoffsuperoxyd und Eisenvitriol sofort wieder blau (Schönbein, Journ. f. pr. Chem. 92 pag. 145).

Stark verdünnte Guajactinctur, mit einer Wasserstoffsuperoxyd enthaltenen Flüssigkeit geschüttelt, bläut sich auf Zusatz von Eisenvitriollösung. Eine Blaufärbung tritt ferner ein, wenn man die Wasserstoffsuperoxyd enthaltende Flüssigkeit mit Guajactinctur bis zur milchigen Trübung und sodann mit etwas kalt bereitetem Malzauszug versetzt.

Eine angesäuerte Lösung von Kaliumpermanganat entfärbt sich auf Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd.

Ueberschichtet man eine Wasserstoffsuperoxyd enthaltende Flüssigkeit mit etwas Aether und fügt sodann eine verdünnte Lösung von Chromsäure hinzu, so färbt sich zunächst die unter dem Aether befindliche Flüssigkeit blau und beim gelinden Umschütteln geht die blaue Färbung in den Aether.

Titansäurelösungen werden durch Wasserstoffsuperoxyd gelb bis orange gefärbt (Schön, Zeitschr. f. anal. Chem. 9 pag. 41; vgl. auch A. Weller, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 15 pag. 2592).

*) Aehnliche Anschauungen wie Traube äusserte schon früher Weltzien (Ann. d. Chem. und Pharm. 115 pag. 121 und 138 pag. 129), was Traube auch hervorhebt (vgl. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 15 pag. 673). Vgl auch Martinon, Chem. Ctrbl. 1885 pag. 421.

Ein von jeder Spur von Ammoniak freies salpetersaures Silberoxyd-Ammoniak liefert beim Kochen mit einer Wasserstoffsuperoxyd enthaltenden Flüssigkeit sogleich eine starke Trübung von fein vertheiltem, metallischem Silber (Böttger, Dingl. pol. Journ. 210 pag. 317).

Zur quantitativen Bestimmung des Wasserstoffsuperoxydes sind nachstehende Principien in Anwendung:

1. Die Wechselwirkung zwischen Kaliumpermanganat und Wasserstoffsuperoxyd gemäss der Reactionsgleichung:

$$2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 8H_2O + 5O_2.$$

Diese Methode wird entweder auf titrimetrischem Wege durchgeführt und ist in dieser Form (falls nicht organische oder überhaupt andere, Chamäleon reducirende, Substanzen vorliegen) vielfach angewendet oder man bestimmt das Volumen des entwickelten Sauerstoffs und schliesst aus diesem auf die Menge von Wasserstoffsuperoxyd zurück (vergl. F. Hamel, Compt. rend. 76 pag. 1023; A. H. Allen, Jahrber. d. chem. Technol. 1885 pag. 414; Lunge, ebendaselbst 1885 pag. 414).

2. Die Wechselwirkung zwischen Kaliumjodid bez. Jodwasserstoff und Wasserstoffsuperoxyd gemäss der Reactionsgleichung:

$$H_2O_2 + 2HJ = 2H_2O + J_2.$$

Hiebei wird entweder das ausgeschiedene Jod mit schwefliger Säure oder mit unterschwefligsaurem Natrium oder die Menge der zerstörten Jodwasserstoffsäure auf acidmetrischem Wege (aus der Differenz) bestimmt.

Vorstehendes Princip verwendet Schöne auch zu einer colorimetrischen Methode, bei der die Menge des ausgeschiedenen Jods aus der Tiefe der Färbung, welche es mit Stärkelösung oder Kleister liefert, ermittelt wird. Schöne benützte diese Methode zur Bestimmung des Wasserstoffsuperoxydes in den atmosphärischen Niederschlägen, wofür sich die Permanganatmethode wegen des Vorhandenseins organischer Stoffe nicht eignete.

3. Wurde die Bestimmung des Wasserstoffsuperoxydes durch seine Zerlegung in Sauerstoff und Wasser entweder durch Hitze oder katalytisch wirkende Substanzen und Messung oder Wägung des entwickelten Sauerstoffs angestrebt.

Assmuth hat vorgeschlagen, die Reaction des Wasserstoffsuperoxydes mit Indigolösung und Eisenvitriol zur quantitativen Bestimmung desselben zu verwenden.

Näheres über die quantitative Bestimmung des Wasserstoffsuperoxydes vergleiche in Handbüchern der analytischen Chemie, sowie auch in der Abhandlung von Em. Schöne, „Ueber die quantitative Bestimmung des Wasserstoffsuperoxydes“, Zeitschr. f. anal. Chem. 18 pag. 133.

Anwendung. Die je nach Umständen bald oxydirende, bald reducirende Wirkung des Wasserstoffsuperoxydes bedingt seine eminent bleichenden Eigenschaften. Nachdem es gelungen ist, das Wasserstoffsuperoxyd fabriksmässig zu einem entsprechend niedrigen Preise und in hinreichender Reinheit darzustellen, wird es als Bleichmittel wenigstens für Producte, welche im ungebleichten und gebleichten Zustande grosse Preisunterschiede zeigen, z. B. für Haare,*) Schmuckfedern, Elfenbein, Seide, auch schon für Wolle in erheblichem Masse angewendet. Gegenüber anderen Bleichmitteln zeigt es, besonders bezüglich der genannten Substanzen, den Vortheil, die zu bleichenden Stoffe selbst nicht anzugreifen, so dass die Structur derselben vollständig erhalten bleibt, während die anderen Bleichmittel doch mindestens sehr leicht einen Angriff in dieser Richtung bewirken.

Ueber die Art der Verwendung des Wasserstoffsuperoxyds beim Bleichprocess bemerkt P. Ebell (Zeitschr. d. Vereins deutsch. Ingen. 1882 pag. 627) etwa Folgendes:

Die zu bleichenden Stoffe werden zunächst in passender Weise einer Vorbereitung, bestehend in der Entfernung des anhaftenden Fettes, Staubes etc. unterworfen und so für die Lösung des Wasserstoffsuperoxydes benetzbar, resp. durchdringbar gemacht. Das Wasserstoffsuperoxyd kann in zweierlei Weise beim Bleichen in Verwendung kommen.

1. Die zu bleichenden, entsprechend vorbereiteten Substanzen werden in ein möglichst neutrales Bad von Wasserstoffsuperoxyd gebracht und verbleiben darin bei einer Temperatur von 20—30° bis zur Erzielung des gewünschten

*) Als cosmetisches Mittel, zum Bleichen dunkel gefärbter Haare, resp. zur Erzeugung des sogenannten Goldblond steht Wasserstoffsuperoxyd schon längere Zeit in Anwendung.

Effectes. Das Bad ist dann meist noch nicht vollständig ausgenützt und kann noch zum Vorbleichen von frischer Substanz gebraucht werden.

2. Die vorbereiteten Stoffe werden in die Wasserstoffsuperoxydlösung gebracht und so lange darin gelassen, bis sie von der Lösung vollständig durchtränkt sind. Hierauf werden sie herausgenommen, gut ausgerungen und einer langsamen Trocknung in bewegter Luft von nicht über 20° Temperatur unterworfen. Durch die Verdunstung und die damit verbundene Concentration des Wasserstoffsuperoxyds schreitet der Bleichprocess energisch vorwärts.

Versuche haben gelehrt, dass jede dieser Methoden ein verschiedenes Resultat liefert und richtet sich wohl die Anwendung der einen oder anderen nach der Natur des zu bleichenden Körpers und nach der Natur des zu entfernenden Farbstoffes. In den meisten Fällen werden die Farbstoffe durch das Wasserstoffsuperoxyd nicht nur entsprechend verändert, sondern auch in eine in Wasser lösliche Form gebracht. Alkalische Bäder von Wasserstoffsuperoxyd wirken energischer als saure oder neutrale. Durch eine Erhöhung der Temperatur des Bades auf 30 bis 35° kann der Bleichprocess ebenfalls beschleunigt werden und auch das Licht ist von günstiger Einwirkung auf den rascheren Verlauf des Processes.

Bezüglich specieller Verfahren beim Bleichen mit Wasserstoffsuperoxyd vgl. P. Ebell, Wagners Jahrber. d. chem. Technol. 1881 pag. 868, M. Reimann, Färberzeitung 1882 pag. 14 und 198; C. H. Löbner, Wagners Jahrber. d. chem. Technol. 1885 pag. 961 und Alf. Delmart, Chemztg. 1887 pag. 1499 (Bleichen von Wolle); R. Kayser, Wagners Jahrber. d. chem. Technol. 1885 pag. 1149 (Bleichen von Bein); P. Ebell, Chemztg. 1887 pag. 1529 (Bleichen von Holz), G. Lunge (D. R.-P. 34436, Wagners Jahrb. d. chem. Technol. 1885 pag. 966) benützt Wasserstoffsuperoxyd zur Entfernung der letzten Bleichmittelreste beim Bleichen von Faserstoffen mit Chlorkalk, schwefliger Säure etc.

H. Schmid (Séance de la soc. industr. de Rouen 1882) bespricht einige Anwendungen des Wasserstoffsuperoxyds in der Färberei als Oxydationsmittel etc. Mehrfach wurde es versucht, Wassertoffsuperoxyd als Conservirungsmittel für gährende Flüssigkeiten und Getränke etc. zu verwenden.

Seine antizymotische Wirkung haben P. Bert und P. Regnard (Compt. rend. 94 pag. 1383) hervorgehoben. G. Pommer und P. Ebell (D. R.-P. 28071 Wagners Jahrber. d. chem. Technol. 1884 pag. 927) empfehlen Wasserstoffsuperoxyd (resp. die Superoxyde des Calciums, Strontiums, Kaliums, Natriums) zu Bier, Wein, Most, Würze etc. hinzuzufügen, behufs Regulirung der Hefebildung oder für gährende Flüssigkeiten zur Unterdrückung der Entwickelung von Säurefermenten. Es sollen durch Zugabe von entsprechenden Mengen des Wasserstoffsuperoxydes die Säurefermente, aber nicht die Hefe getödtet werden können.

Weingärtner (Amerik. Bierbrauer 1884 pag. 268) zeigt, dass Wasserstoffsuperoxyd zur Regulirung der Hefeentwicklung nicht anwendbar ist, weil es durch lebende Hefe zersetzt wird. Es tödtet wohl die Säurefermente, schützt aber die vergährende Flüssigkeit nicht vor weiterer Ansteckung (vgl. auch Wagners Jahrber. d. chem. Technol. 1884 pag. 985). M. Krandauer (Zeitsch. f. d. ges. Brauer. 1884 pag. 137) fand, dass mit Wasserstoffsuperoxyd versetztes Bier nach einiger Zeit einen fremdartigen Geruch und Geschmack erhält. E. Mach (Industrieblätter 1884 pag. 288, Wagners Jahrber. d. chem. Technol. 1884 pag. 935) machte Versuche über die Anwendung des Wasserstoffsuperoxydes in der Weinkellerwirthschaft. Die erhaltenen Resultate sind nur theilweise günstig.

Ob Wasserstoffsuperoxyd vielleicht zur Conservirung von Nahrungsmitteln anwendbar sein wird, müssen erst Versuche lehren. Busse hat vorgeschlagen, es zur Conservirung von Milch zu verwenden (Biedermanns Centrlbl. 1882 pag. 789).

Vielfach wurde die Anwendung des Wasserstoffsuperoxydes für medicinische Zwecke empfohlen, doch muss bezüglich der damit erzielten Resultate auf medicinische Zeitschriften und Werke verwiesen werden.

Eine ziemlich ausgedehnte Verwendung erfährt das Wasserstoffsuperoxyd in der analytischen Chemie.

Mehrfach gebrauchte man dasselbe auch zur Auffrischung alter, verschossener Zeichnungen und Oelgemälde, ein Verfahren, welches schon Thenard erfolgreich anwandte. *L. Ausserwinkler.*

Wasserstoffapparat, s. Löthen V pag. 658.

Wasserstoffdisulfid, s. m. Wasserstoffsupersulfid, s. Schwefel VIII pag. 71.

Wasserstoff-Eisencyanid und **-Eisencyanür**, s. m. Ferridcyanwasserstoff und Ferrocyanwasserstoff, s. b. Cyan II pag. 459.

Wasserstoffgas, s. m. Wasserstoff.

Wasserstoffgaslöthrohr, s. Löthen V pag. 658.

Wasserstoffkalium, Verbindung von der Formel K_4H, die sich beim Erhitzen von Kalium in einer Atmosphäre von Wasserstoff bildet. Graues, unschmelzbares Pulver, das an der Luft Feuer fängt und mit Wasser in Kaliumhydroxyd und Wasserstoff zerfällt. *Gtl.*

Wasserstoffkobaltcyanid, s. m. Kobaltidcyanwasserstoff, s. b. Kobalt V pag. 15.

Wasserstoffoxyd, s. m. Wasser.

Wasserstoffpalladium, s. m. Palladiumwasserstoff, s. Palladium VI pag. 469.

Wasserstoffsäuren, s. b. Säure VII pag. 502.

Wasserstoffschwefel nannte Drechsel (Journ. f. pract. Chem. N. F. 4 pag. 20) die durch Zersetzung des Kaliumpentasulfids mit stärkeren Säuren darstellbare Verbindung, der er die Formel S_5H_2 zuschrieb, die aber ohne Zweifel nur ein Gemenge von Wasserstoffsupersulfid mit Schwefel ist. *Gtl.*

Wasserstoffselenid, s. m. Selenwasserstoff, s. Selen VIII pag. 211.

Wasserstoffsulfid, s. m. Schwefelwasserstoff, s. Schwefel, VIII pag. 70.

Wasserstoffsuperchlorid wurde als Bestandtheil der durch Sättigung von Salzsäure mit Chlorgas erhaltenen chlorhältigen Salzsäure angenommen, ohne dass die Existenz einer solchen Verbindung indessen erwiesen wäre. *Gtl.*

Wasserstoffsuperoxyd, s. b. Wasserstoff X pag. 443.

Wasserstoffsupersulfid, s. m. Doppeltschwefelwasserstoff, s. b. Schwefel VIII pag. 71.

Wasserstoffzündmaschine, Döbereiners Zündmaschine, s. b. Feuerzeug III pag. 478.

Wasserstopfengebläse, s. Gebläse III pag. 728.

Wasserstrahlpropeller, s. Schiffbau VII pag. 660.

Wasserstrahlpumpe, s. m. Wasserluftpumpe, s. Luftpumpe V pag. 678.

Wassertonnengebläse, s. Gebläse III pag, 726.

Wassertonnenregulator, s. Gebläse III pag. 723.

Wassertrommelgebläse, s. Gebläse III pag. 726, 728.

Wasserwagen, Röhren- oder Dosen-Libelle, s. Messen VI pag. 46.

Wasserzeichen (*marque, filagramme — water mark*), s. Papierfabrication VI pag. 508, 520.

Wasserzersetzungsapparat, s. m. Voltameter, s. b. Elektrolyse III pag. 239.

Water-Closet, englischer Abort, s. Abort I pag. 27.

Watergarn, **Waterspinn-Maschine**, s. Baumwollspinnerei I pag. 353, s. Streichgarnspinnerei VIII pag. 623.

Watertwist, Watergarn, s. o.

Watt, von W. Siemens vorgeschlagene Einheit der Kraft, für Messung elektrischer Krafteffecte. Ein Watt ist das Product aus einem Ampére und 1 Volt (s. d. X pag. 135). Demnach ist dann 1 Cheval de vapeur = 735 und 1 horsepower = 746 Watt. *Gtl.*

Watte (*wadding*), bezeichnet die Füllung beim Piqué, s. Weberei pag. 484.

Watte (*nappe*), Fell, Pelz, Wickel, s. Baumwollspinnerei I pag. 327.

Watte (*ouate — wad, wadding*) ist eine zusammenhängende, gleichmässig vertheilte, ein Vliess bildende Masse von Baumwollhärchen, welche zum Einlegen in Kleider benützt wird. Sie ist ein Product der Vorkrempel, wie selbe in der Baumwollabfallspinnerei und der Streichgarnspinnerei in Verwendung stehen (Vgl. VIII pag. 608). Das von der Vliesstrommel der Vorkarde abgenommene Vliess, die Watte, wird häufig auf einer Seite geleimt und zu diesem Zwecke auf einer Leinwandunterlage ausgebreitet und mit einem Anstriche von zu Schaum geschlagenem lauwarmem Leimwasser, dem etwas Stärke und Alaun zugesetzt war, überzogen und hierauf getrocknet. Zur Herstellung sehr langer Watten bedient man sich eigener Maschinen, s. Dingl. pol. Journ. Bd. 155 pag. 101. *Kk.*

Wau, Gelbkraut, Färberreseda (*gaude, vaude — dyer's weed, yellow weed*), Streichkraut, Harnkraut. Zweijährige, botanisch als *Reseda luteola L.* bezeichnete Pflanze aus der Familie der Resedaceen. Die in ganz Europa an sonnigen Plätzen, auf Wegen, Mauern und überhaupt auf steinigem Untergrunde vorkommende Pflanze hat eine cylindrisch-spindelförmige faserige Wurzel, die weiss und von deutlichem Meerrettiggeruche ist und einen 60—90^{cm} hohen aufrechten, glatten, von Furchen bedeckten Stengel treibt, der wenig verästelt ist und an der Wurzel dicht im Kreise stehende lanzettliche und ungetheilte glatte Blätter von bis 15^{cm} Länge und 1·2^{cm} Breite, am Stengel aber abwechselnd gestellte, zerstreute und schmälere, glänzend grüne Blätter trägt. Die Blumen sind kurz gestielt, am Ende des Stengels in einer dichten ährenförmigen Traube stehend, blassgelb. Die Pflanze enthält in allen Theilen, mit Ausnahme der Wurzel, einen gelben Farbstoff, das Luteolin (s. d. V pag. 688) und wurde deshalb früher sehr häufig zu Färbereizwecken verwendet. Namentlich in Baiern, Thüringen und Würtemberg wurde der Wau cultivirt und das blühende Kraut getrocknet in den Handel gebracht. Gegenwärtig ist dieses Farbmateriale mehr und mehr durch andere billigere, bez. ausgiebigere Farbmaterialien verdrängt worden und findet nur noch vereinzelt Anwendung zu Färbereizwecken. Es wird derzeit fast nur noch in Frankreich cultivirt und ist die aus der Provence stammende Waare die am meisten geschätzte. *Gtl.*

Wawellit (*wavellite — wawellite*), Lasionit, Devonit, Striegisan. Min. Rhomb., meist sehr kleine, nadelförmige Krystalle, die zu kleinen, halbkugelförmigen oder nierförmigen Aggregaten von drusiger Oberfläche und radialfaseriger Textur vereinigt sind. Farblos, häufiger gelblich oder graulich, zuweilen grün oder blau gefärbt, glasglänzend, durchscheinend, Härte = 3·5—4, spec. Gew. = 2·3—2·5. Ist ein wasserhaltiges Aluminiumphosphat mit 38 Proc. Thonerde, 35·3 Proc. Phosphorsäure und 26·7 Proc. Wasser, enthält auch geringe Mengen (1 Proc.) Fluor. Vork.: Zbirow in Böhmen, Amberg in Bayern, in den Spalten der Thonschiefer von Devonshire, in den Zinngruben von Montebras, zu Langenstriegis bei Freiberg. Der früher als besondere Species unterschiedene Striegisan ist lediglich ein unreiner Wawellit. *Gtl.*

Webemaschine, mechan. Webstuhl, s. Weberei mechanische.

Weben, s. Weberei.

Weberdistel, s. Kardendistel, s. Karden IV pag. 664.

Weberei (*tissage* — *weaving*). Unter Weberei versteht man die Herstellung der Gewebe (*tissu* — *web*) oder Zeuge, Stoffe (*étoffe* — *cloth*), d. i. flächenartig ausgedehnter Fabrikate, welche aus rechtwinklig sich durchkreuzenden Fäden gebildet werden. Die der Länge des Gewebes nach laufenden Fäden heissen Kettenfäden, Kette, Zettel, Werft (*chaine* — *warp*); die quer laufenden Fäden heissen Schussfäden, Schuss, Eintrag (*trame* — *weft*, *woof*). Meistens bestehen die Kettenfäden aus festeren, stärker gedrehten Garnen, die Schussfäden aus weicheren, weniger gedrehten. Die Länge des Schussfadens ist meistens vielmal grösser als die Breite des Gewebes, so dass der Schussfaden wiederholt das Gewebe durchquert, wobei er sich um die äussersten Kettenfäden rechts und links im Gewebe schlingt und dadurch die Kante oder Leiste, das Sahlband oder die Sahlleiste (*lisière* — *list*) bildet.

Die Art der Fadenkreuzung kann eine mannigfache sein, die einfachste ist die, welche das sogenannte leinwandartige Gewebe aufweist, bei welchem der Schussfaden entweder die in Fig. 5427 *a* oder 5427 *b* gezeichnete Lage aufweist. Man ersieht aus der Figur, in welcher die kleinen schwarzen Kreise die Schnitte durch die Kettenfäden vorstellen, sofort, dass bei der Lage *a* des Schussfadens, welcher als Schlangenlinie erscheint, alle mit ungeraden Zahlen

Fig. 5427.

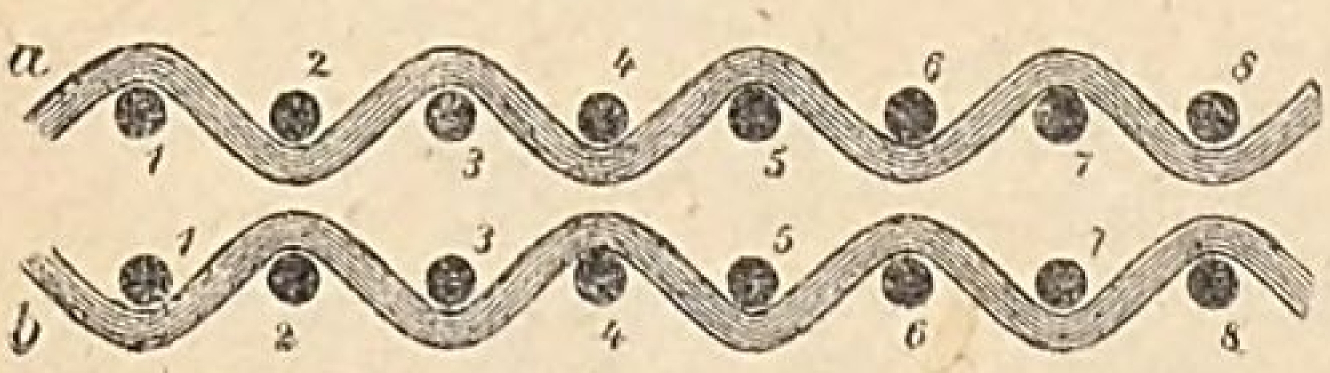


Fig. 5428.

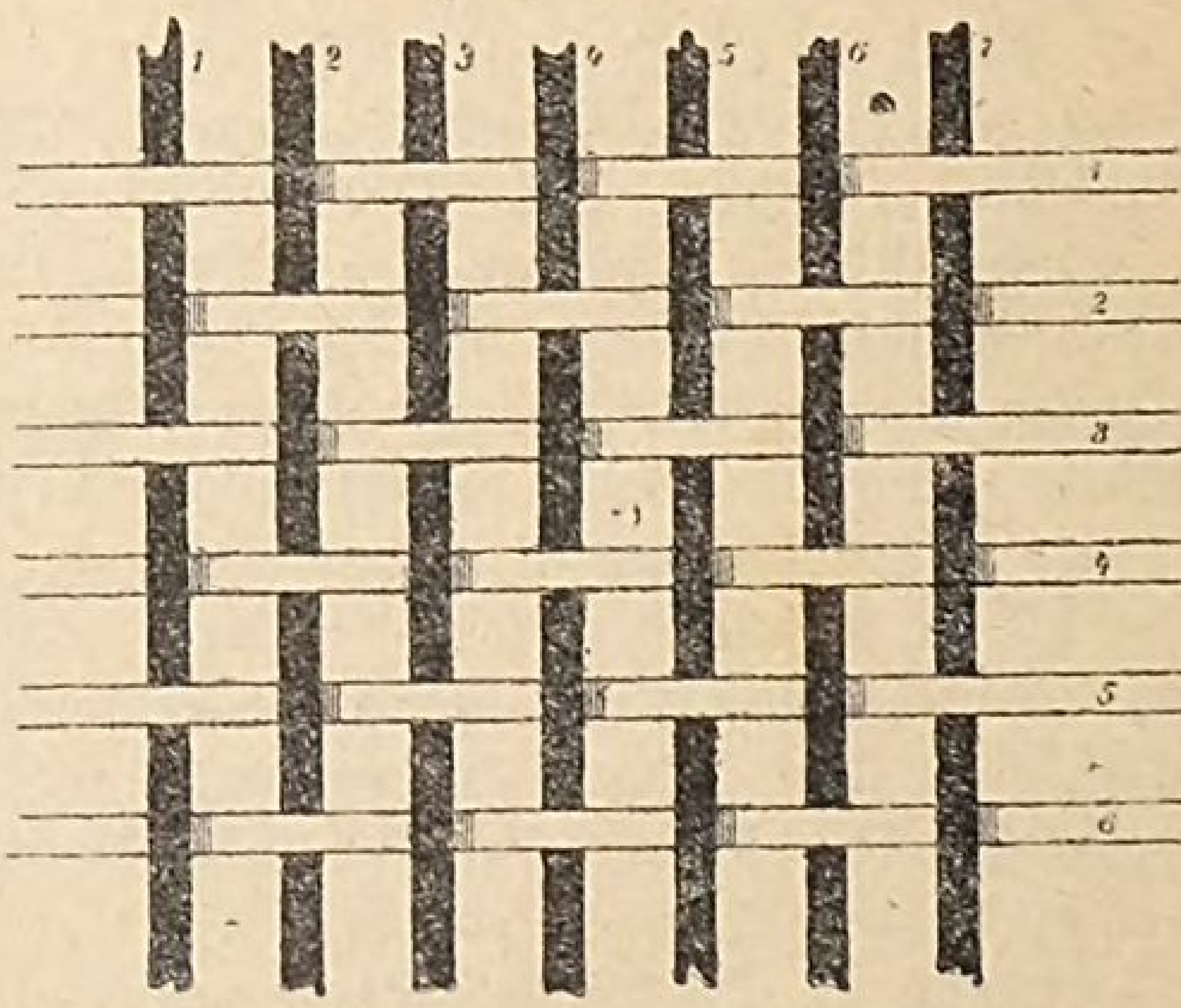
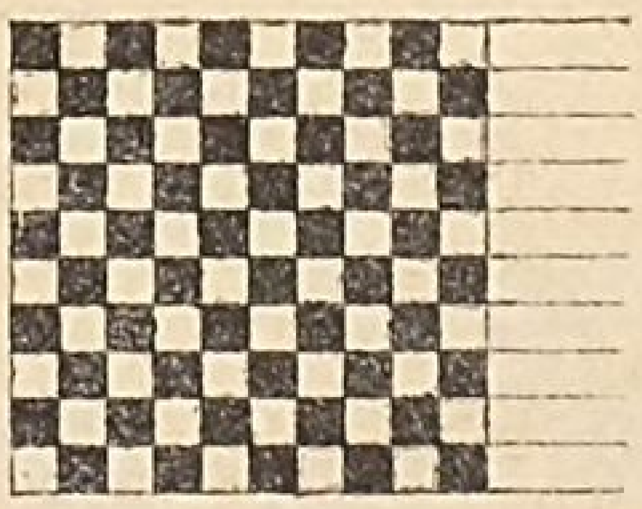


Fig. 5429.



Leinwandartiges Gewebe.

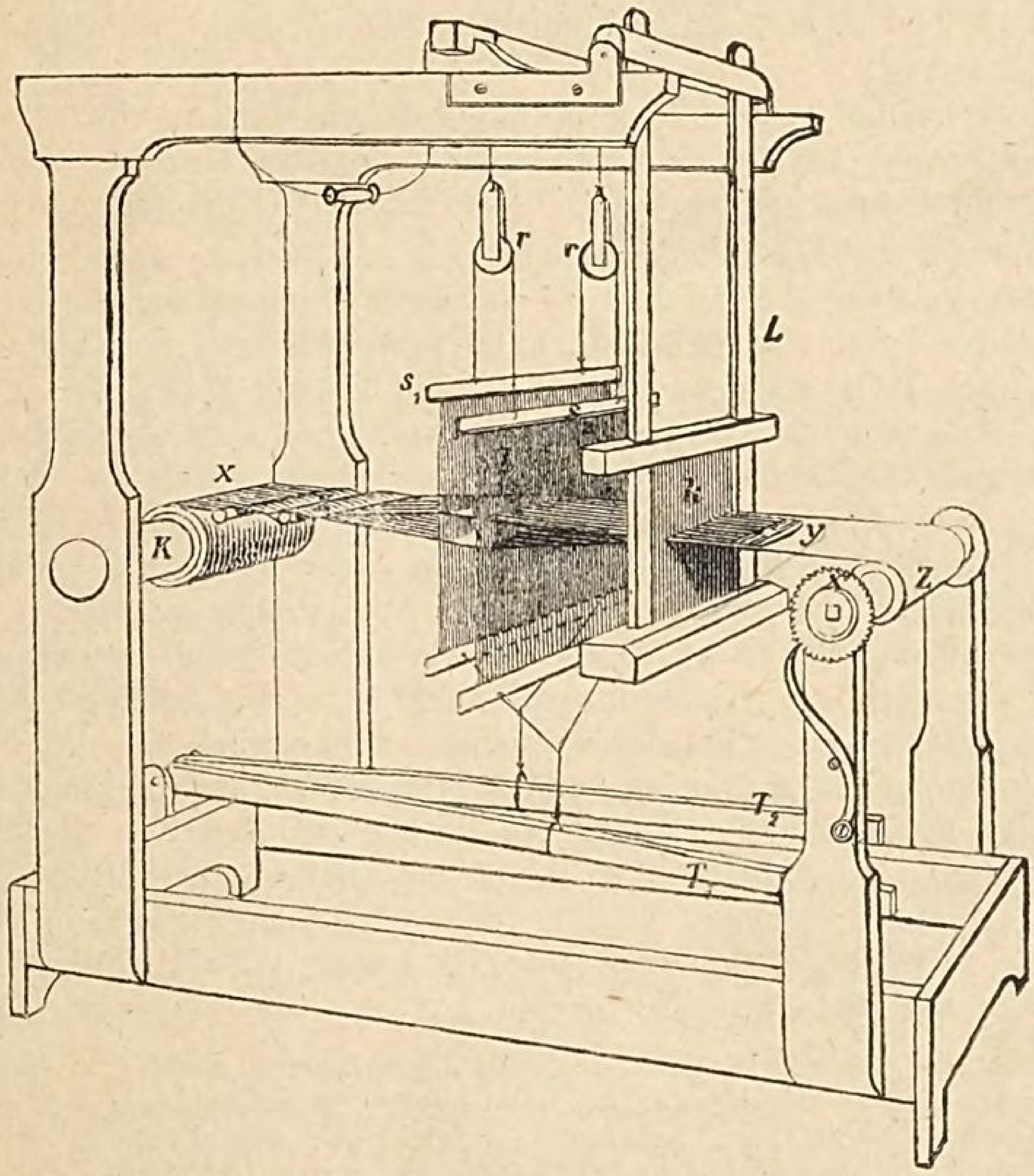
bezeichneten Kettenfäden unten, alle mit geraden Zahlen bezeichneten oben liegen; während bei der Lage *b* das Umgekehrte der Fall ist. Von oben betrachtet sieht das leinwandartige Gewebe bei schütter liegenden Fäden so aus, wie dies Fig. 5428 zeigt, während, wenn die Fäden dicht an einander liegen und dieselben gleich dick, die Kettenfäden schwarz, der Schuss weiss oder umgekehrt gedacht werden, das Bild Fig. 5429 entsteht. Es zeigen die Figuren, dass bei dem leinwandartigen Gewebe nur zwei verschiedene Lagen der Ketten- und Schussfäden vorhanden sind, denn alle mit ungeraden Zahlen bezeichneten Kettenfäden haben dieselbe Lage, ebenso alle mit geraden Zahlen bezeichneten. Dasselbe gilt von den Schussfäden.

Werden die Kettenfäden parallel zu einander wagrecht ausgespannt gedacht, so wird man leicht den Schussfaden 1 (wie 3, 5, 7) einschiessen können, wenn man alle geraden Kettenfäden hebt, alle ungeraden senkt. Der Schussfaden 2 (ebenso 4, 6 etc.) wird sich eintragen lassen, wenn man jene Kettenfäden niederzieht, welche früher gehoben wurden und umgekehrt.

Beim Weben bedient man sich stets mechanischer Vorrichtungen, um diese Theilung der Kette oder die Bildung des Faches (Fach, Sprung, *pas* — *lease*)

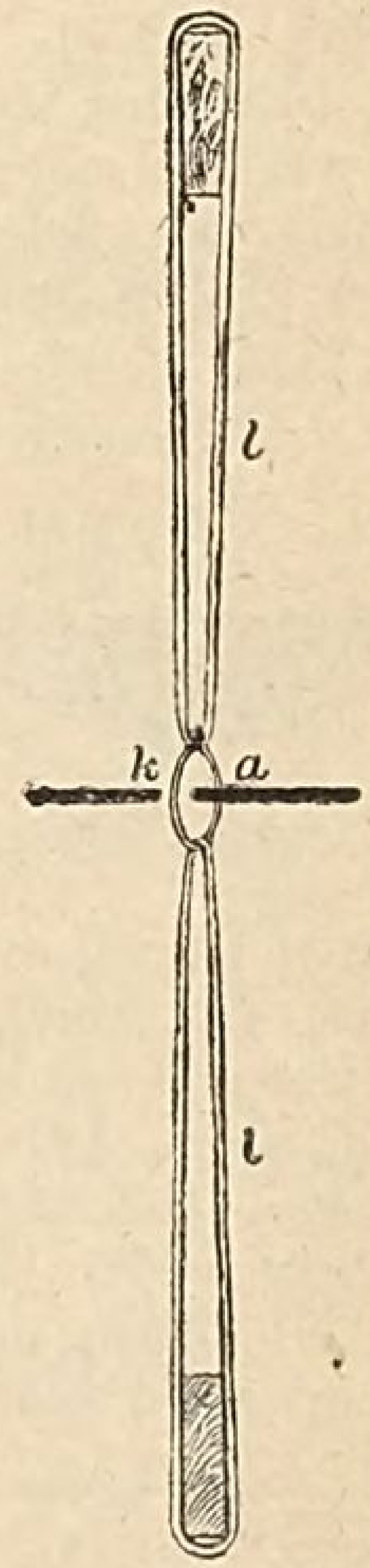
zu erzielen, wenn auch diese mechanischen Vorrichtungen recht einfacher Natur sein können und durch den Weber selbst bewegt werden. Man nennt sie Webstühle (*métier* — *loom*) und zeigt Fig. 5430 einen solchen höchst einfacher Bauart. Die Kettenfäden sind neben einander auf einer Walze, dem Kettenbaum K aufgewickelt. Jeder ungerade (d. h. mit ungerader Zahl bezeichnete) Kettenfaden

Fig. 5430.



Einfacher Webstuhl für leinwandartige Gewebe.

Fig. 5431.



l Litze, a Auge.

wird durch den Schaft s_1, jeder gerade Kettenfaden durch s_2 eingezogen. Jeder Schaft, Flügel (*lame* — *leaf*) besteht aus zwei parallelen Leisten, zwischen welchen die Litzen l (*lisses* — *heddles*) ausgespannt sind,*) Fig. 5431, durch deren Augen a, Schleifen (*oeillets* — *eyes*) je ein Kettenfaden k (zuweilen mehrere) gezogen ist.

Hinter den Schäften passiren die Kettenfäden den Weberkamm k, Kamm das Riet (*peigne—reed*),**) welcher in einem pendelnden Rahmen, der Lade L

*) S. Litzen-Strickmaschine V pag. 616.

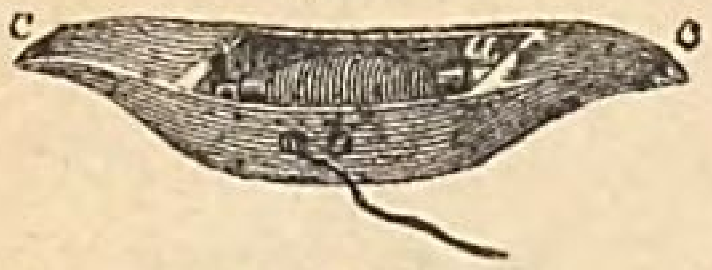
**) Die Weberkämme oder Rietblätter sind Gegenstand eines eigenen Gewerbes, der Blattbinderei oder Weberkammfabrication (*peignier* — *reed maker*) und werden hiezu specielle Vorrichtungen und selbstthätige Maschinen Kammsetzmaschinen oder Blattbindemaschinen in Anwendung gebracht. Näheres findet sich in Karmarsch, mech. Technologie II. Bd. pag. 893 und Prechtls technol. Encyclopädie Bd. 20 pag. 305. Detailbeschreibungen der Kammsetzmaschinen, s. Description des machines et procédés pour lesquel des Brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844 T. 43, pag. 254, Verh. d. Ver. f. Gewerbfleiss in Preussen 1857 pag. 227, Dingl. pol. Journ. Bd. 137 pag. 345, Praktische Maschinen-Constructeur 1877 pag. 142, Wollengewerbe 1877 pag. 263, 284 und 306. Die im prakt. Masch.-Constr. 1877 näher beschriebene Blattbindemaschine ist von Thomas Barraclough in Manchester construirt und eingehend abgebildet.

Fig. 5430 (*chasse* — *lathe*) eingesetzt ist und gehen dann zum Zeugbaum Z. Tritt man den Tritt T_1, so geht der Schaft s_2 herab und durch Vermittlung des Rollgehänges r der Schaft s_1 hinauf. Es wird eine Theilung der Kette ein Fach, erzielt. Drückt der Arbeiter, welcher vor dem Zeugbaum steht oder sitzt, die Lade L mit der linken Hand zurück (von sich), so kann er mit der Rechten den Schussfaden durch das geöffnete Fach schieben und hierauf durch Vorwärtsziehen der Lade den Schussfaden mittelst des Kammes gegen sich schieben. Tritt der Arbeiter den Tritt T_2, so sinkt s_1 und s_2 steigt, es ist das zweite Fach gebildet, das Einschiessen des Schussfadens erfolgt nun mit der Linken, während die Rechte die Lade zurückdrückt.

Es wird nun abwechselnd T_1 und T_2 getreten, dadurch werden abwechselnd die zwei verschiedenen Fache, welche man zum leinwandartigen Gewebe braucht, gebildet und jedesmal ein Schuss eingeschossen und mit der Lade angeschlagen.

Zum Einschiessen des Schusses bedient man sich gewöhnlich einer Schütze. Bei dem in Fig. 5430 gezeichneten Stuhle wird hierzu eine Handschütze Fig. 5432 benützt, welche durch das geöffnete Fach geworfen wird. Dieselbe ist aus Holz gemacht und darf nicht schwer sein; die untere Fläche oder Sohle ist nach den Enden c zu nach aufwärts gekrümmt, um das Verlaufen der Schütze durch die Kettenfäden des Unterfaches zu verhüten. Beim Einschiessen fasst der Weber die Schütze mit der einen Hand am spitzigen Ende c und zwar so, dass das Auge b ihm zugekehrt ist; sodann zieht er den Arm ein wenig aufwärts und zur Seite und wirft dann mit einer bogenförmigen Bewegung die Schütze in das geöffnete Fach. Wenn die Schütze an der anderen Seite des Faches angekommen ist, wird sie von der anderen Hand aufgefangen und auf dieselbe Weise zurückgeworfen, nachdem zuvor durch Treten das Fach gewechselt ist. In dem Augenblick, in welchem die Weberschütze die Hand des Arbeiters verlässt, hat sie im Verhältniss zum Rietkamm eine etwas schiefe Richtung; um nun das Anstossen gegen die Riete zu verhindern, sind die spitzigen Enden auch noch in horizontaler Richtung vom Kamm abgekrümmt, wie aus der Figur hervorgeht.*)

Fig. 5432.



Handschütze.

Zum Weben von Zeugen geringer Breite werden kleine Handschützen (Steckschützen) zwischen den Fäden des Oberfaches durchgesteckt. Beim Weben von Teppichen aus Kuhhaaren brechen die nicht sehr starken Einschlagfäden sehr leicht ab; deshalb findet auch in diesem Falle das Einschlagen mit langen Steckschützen statt, auf welche das Garn gewunden ist, so dass also in diesem Falle die Spule fehlt. Auch beim Einschlagen von Pferdehaar, Stroh und ähnlichen Stoffen, welche nicht auf eine Spule gewunden werden können, arbeitet man mit einer Art Steckschütze, d. h. einer langen Zange, in welche man die Einschlagfäden mit dem einen Ende festklemmt.

Der in Fig. 5430 gezeichnete Webstuhl ist in mehrfacher Beziehung unvollkommen und kann in dieser Form nur zur Herstellung ordinärer Gewebe dienen. Es ist leicht einzusehen, dass wenn fortgesetzt Zeug gebildet wird, jene Stelle, bis zu welcher der Schuss durch den Schlag der Lade geschoben wird, immer näher der Ruhelage der Lade kömmt, daher der Schwingungsbogen der Lade immer kleiner, der Schlag schwächer wird. Streng genommen sollte nach jedem Schusse ein der Schussfadendicke entsprechendes Stück des Zeuges auf dem Zeugbaume aufgewickelt werden.

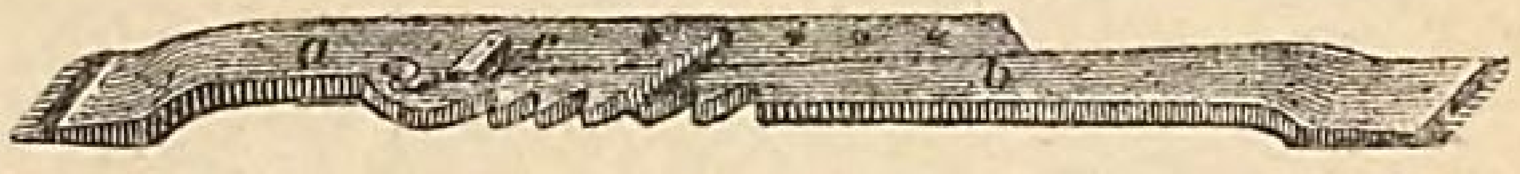
Durch den ungleichen Schwingungsbogen der Lade entsteht leicht ungleich dichte Lage der Schussfäden. Ist ein Stückchen Zeug gewebt, so muss der Weber durch Drehen des Zeugbaumes Z dasselbe auf diesem aufwickeln; um dies zu können, muss aber früher eine entsprechende Menge Kette von K abgewickelt werden. Das am Zeugbaume sitzende Sperrad x gestattet die Drehung in der Uhrzeigerrichtung, verhindert aber die entgegengesetzte; ein am Kettenbaume sitzendes Sperrad (in Fig. 5430 vom Gestelle gedeckt) verhindert die Drehung des Kettenbaumes in der Uhrzeigerrichtung, gestattet dafür die entgegengesetzte. Es kann bei dieser Einrichtung nicht weniger Kette abgewickelt und Zeug aufgewickelt werden, als der Theilung der Zähne der Sperräder entspricht.

*) Webeschützen mit elastischer, rücklaufender Fadenspannung sind besonders für schmale Gewebe, namentlich Bänder, nothwendig, bei welchen die Gewebsleiste eine durchaus gleichförmige und reine sein muss. Solche Schützen in mannigfacher Construction und vorzüglicher Ausführung liefert J. Orelle aîné in Lyon rue de Flesselle 10, J. Hürlimann in Wald, Schweiz u. A.

Da durch jeden Schussfaden eine Krümmung der Kettenfäden entstehen muss, so wird der gewebte Stoff nothwendig kürzer sein, als die Kettenfäden waren, man nennt dies einweben. Erzeugt man nun ein Stückchen Stoff, so muss in Folge des Einwebens ein Wachsen der Fadenspannung eintreten, da die Sperräder nicht nachgeben. Dadurch wird die Fadenspannung eine ungleichmässige und die Dehnung, welche die Fäden bei der Bildung des Faches erlangen, kann dann leicht das richtige Mass überschreiten.

Das Einweben findet nicht allein in der Richtung der Kette statt, sondern es sucht auch der Schussfaden, welcher ja auch zu Krümmungen gezwungen wird, das Gewebe in der Breitenrichtung zusammenzuziehen. Deshalb muss das Gewebe hinter dem Kamme durch den Spannstab *y* in jener Breite erhalten werden, in welcher die Kette durch den Weberkamm geht. Geschähe dies nicht, so würden sich die Zähne des Weberkammes an den Kettenfäden, namentlich an den die Sahlleiste bildenden Fäden reiben.

Fig. 5433.



Spannstab.

Die nebenstehende Fig. 5433 stellt eine der zahlreichen Spannstabformen dar. Der Spannstab besteht immer aus zwei Theilen *a* und *b*, welche entweder, wie in der Figur durch eine Schnur, zu verschiedener Gesammtlänge verstellbar, verbunden sind, oder die Verbindung ist durch eine Scharnier bewerkstelligt, welches in einfachster Weise durch übereinstimmende Bohrungen und einen durchgesteckten Stift hergestellt ist. Nachdem die mit Nadelreihen besetzten Enden in die Leiste des Gewebes eingestochen sind, bringt man durch Niederdrücken und Benützung des Vorreibers *c* den Spannstab an dem Gewebe zur Wirkung.

In Fig. 5430 ist bei *z* eine Kreuzung der Kettenfäden ersichtlich, das sogen. Fadenkreuz, bei welchem durch zwei, die Kettenfäden durchquerende Ruthen, die Kreuzruthen. eine gewisse Ordnung in die Kettenfäden gebracht ist, indem jeder ungerade Kettenfaden über der ersten und unter der zweiten Ruthe, jeder gerade Kettenfaden unter der ersten und über der zweiten liegt.

Vorrichtung des Webstuhles. Es ist einleuchtend, dass zur richtigen Vorbereitung, einige Arbeiten erforderlich sind, deren Zweck es ist, den Kettenbaum mit Kette zu versehen, die Kettenfäden durch die Litzen der Schäfte und durch den Kamm richtig zu ziehen und ihre Enden endlich mit dem Zeugbaume zu verbinden.

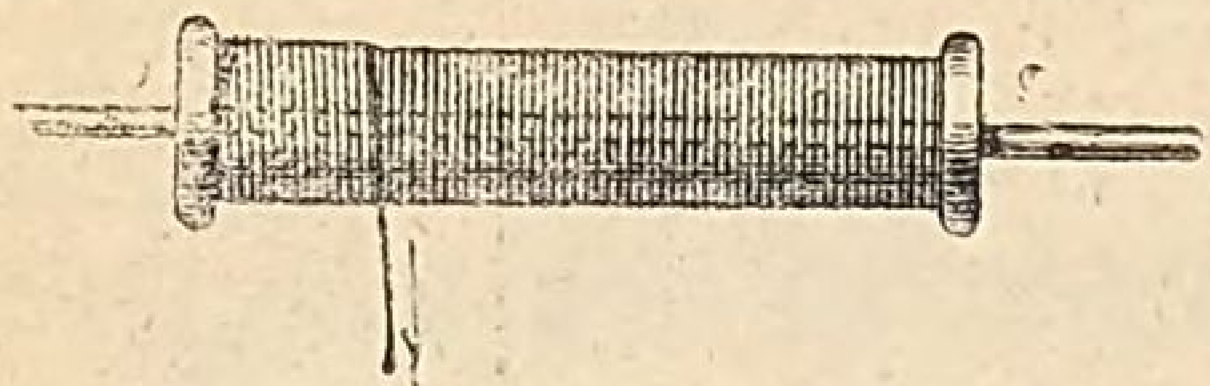
Die Mittel zur Durchführung dieser Arbeiten sind bei der Handweberei wesentlich einfachere, als bei der mechanischen Weberei, dem Zwecke nach stimmen dieselben jedoch überein. In diesem Abschnitte seien nur die bei der Handweberei benützten Hilfsmittel besprochen.

So viele Kettenfäden, als sich im Stoffe finden sollen, so viele Fäden müssen, und zwar von gleicher Länge, auch auf dem Kettenbaume aufgewickelt werden. Da das Garn in Form von Strähnen in den Handel kommt, so muss dasselbe zunächst auf Spulen überwickelt werden. Von einer bestimmten Spulenzahl, z. B. 50, deren ganzes Vielfaches die Kettenfadenzahl, z. B. $50 \times 30 = 1500$ ist, werden die Fäden auf einen grossen, verticalen Haspel, den Schweifrahmen in jener Länge übertragen, welche die Kette besitzen soll, man erhält durch diese Operation, Schweifen genannt, zunächst einen Gang, d. h. so viele Fäden von richtiger Kettenlänge, als Spulen verwendet wurden. Es müssen so viele Gänge geschoren werden, als der Quotient aus Kettenfadenzahl durch Spulenzahl Einheiten enthält. Auf den Schweifrahmen werden gewöhnlich mehrere Gänge hinter einander aufgeschweift, hierauf gemeinsam abgenommen und zu einem Knäuel gewickelt. Mit dem Schweifen wird das Inskreuzschlagen (die Herstellung des Fadenkreuzes) verbunden. Vom Knäuel findet das Aufbäumen der Kette auf den Kettenbaum entweder unmittelbar oder durch Einschaltung einer Zwischenoperation statt.

Ist der Kettenbaum mit den Kettenfäden bewickelt, dann findet das Einziehen derselben in die Schäfte und hierauf in den Kamm statt. Hinter dem Kamme werden die Kettenfäden gruppenweise durch Knoten verbunden, diese mit Schnüren, und letztere endlich mit einer Leiste, welche in eine Nuth des Kettenbaumes eingelegt ist. Diese Vorarbeiten seien im Nachfolgenden etwas näher besprochen.

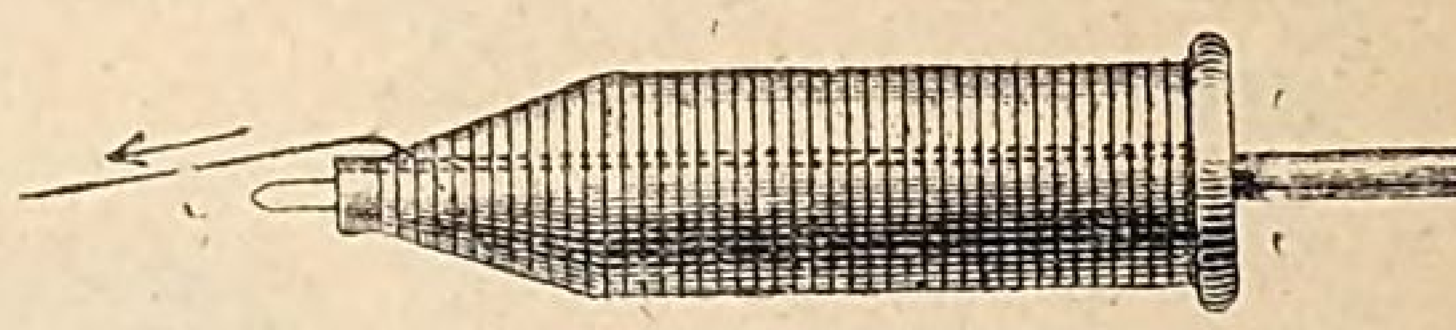
Das Spulen (*bobinage — spooling*) ist die erste Vorarbeit, durch sie wird das Kettengarn vom Strähn ab und auf Spulen aufgewickelt. Zu diesem Zwecke wird der Strähn auf einen Haspel aufgelegt und von diesem auf die Spule am Spulrade überwickelt. (Vgl. die Artikel Haspel IV pag. 257 und Spulrad VIII pag. 389, sowie Weberei mechanische). Die Operation des Spulens findet auch zur Vorbereitung des Eintrages oder Schusses statt, denn in die Webschützen wird entweder eine Rollspule, Fig. 5434, oder eine Schleifspule, Fig. 5435,

Fig. 5434.



Rollspule.

Fig. 5435.

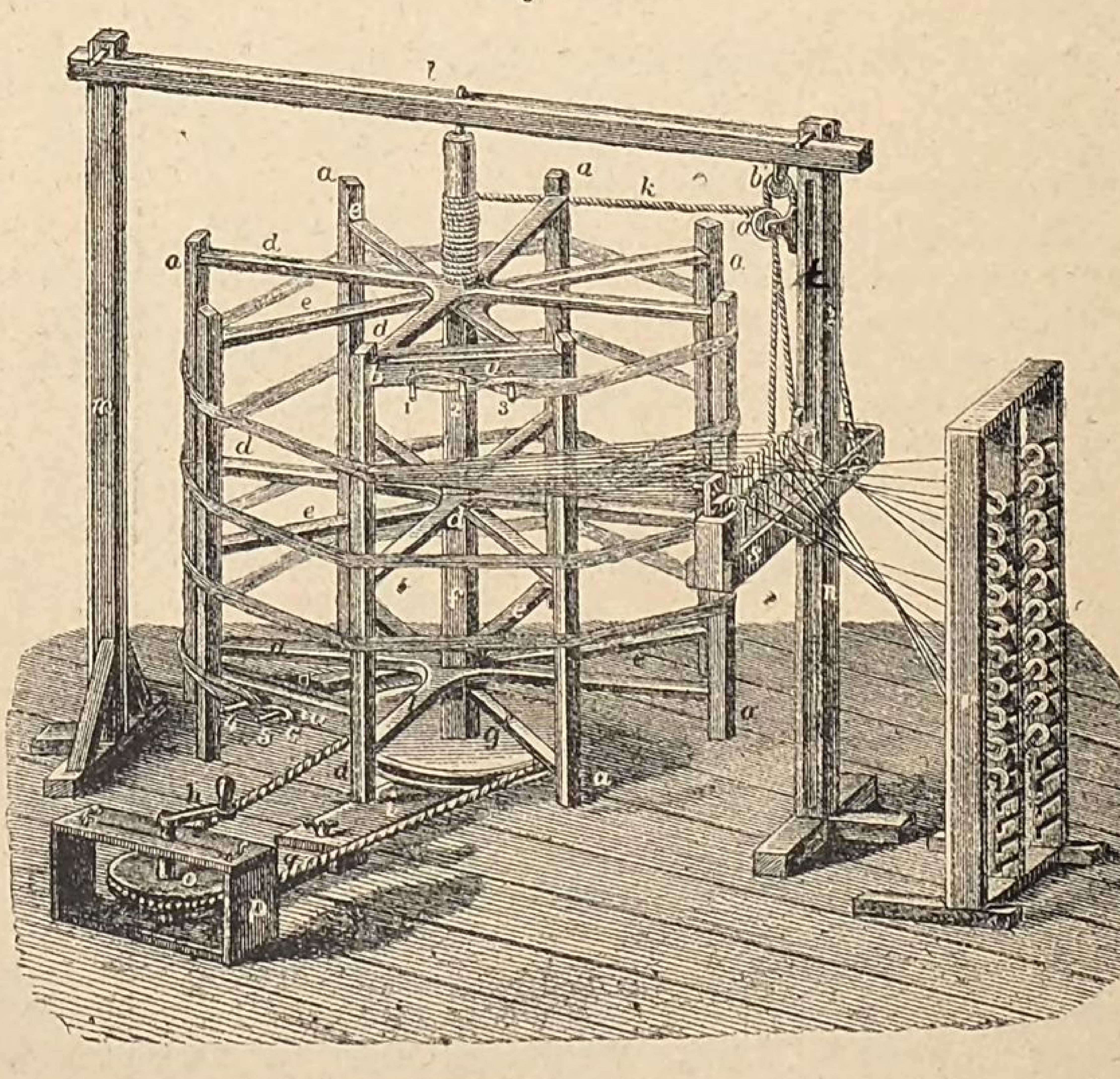


Schleifspule.

eingesetzt und findet das Bewickeln auch dieser Spulen auf dem Spulrade (oder Spulmaschinen) statt. Die Kötzer, welche auf den Selfactoren (vgl. I pag. 360) erhalten werden, werden oft unmittelbar als Schleifspulen verwendet.

Das Schweifen (*ourdir — warping*) auch Scheren, Kettenaufschlagen oder Zetteln genannt, erfolgt bei der Handweberei mittelst Zuhilfenahme des Schweif- oder Scher-Rahmens und des Spulengestelles. Der Schweifrahmen ist ein sehr grosser, oft 2—3^{m} hoher Haspel, welcher sich gewöhnlich um eine verticale Achse dreht, wie dies Fig. 5436 zeigt. Der Haspel besteht aus 8 oder mehr, zuweilen bis 40 Latten oder Stangen *a*, welche durch Arme *d* und *e* mit der Hauptachse *f* verbunden sind. Auf diese Latten legen

Fig. 5436.



Scher- oder Schweifrahmen mit Spulengestelle.

sich die Kettenfäden in schraubenförmigen Windungen nebeneinander, indem sie oben beim Punkt *b* beginnen, nach unten bis zum Punkt *c* reichen und alsdann wieder nach *b* zurückkehren. Die Länge dieser Windungen von *b* bis *c* und *c* bis *b* (der halbe Gang) muss wegen des Einwebens ein wenig grösser sein, als die Länge des zu webenden Stoffes und kann diese Länge durch Versetzuug des Riegels *w* geregelt werden. An dem unteren Ende der Achse *f* befindet sich eine Schnurscheibe *g*, welche durch das Umdrehen der Kurbel *h* mit einer Schnur ohne Ende und der im Gestell *p* unterstützten Schnurscheibe *o* in Bewegung gesetzt wird; diese Umdrehung geschieht links oder rechts, je nachdem das Garn von oben nach unten oder von unten nach oben aufgewunden wird. Das Uebertragen der Bewegung von der Scheibe *o* auf *g* geschieht auch wohl mit einem Riemen ohne Ende und das Gestell *p* ist oft so hoch, dass der Arbeiter stehend die Kurbel drehen kann. Um den Treibriemen gehörig zu spannen, hat man das Verlängerungsstück *q*, welches in einem um die Achse sich drehenden kleinen Brett *i* mit einer Flügelschraube festgeklemmt werden kann.

Ein anderer nicht weniger wichtiger Apparat zum Kettenscheren ist das Spulengestelle, Scherreck oder der Spulenstock *r*, welches in einigem Abstand zur Seite steht oder bei einer grossen Anzahl Scherspulen in schiefer Richtung aufgestellt ist. In das Scherreck werden in zwei oder mehr Reihen die Spulen mit dem Kettengarn gebracht, indem man jede Spule einzeln auf eine eiserne Spindel schiebt und diese in zwei einander gegenüberliegende Kerben der Ständer legt. Diese Spindeln neigen sich zuweilen ein wenig nach dem Mittelständer, wodurch die Spulen gegen die Ständer anlaufend mit einer geringen Reibung zurückgehalten werden und folglich das Garn mit einer schwachen Spannung abgeben.

Die zu schweifenden Fäden laufen von den Spulen durch die Löcher des Lesebrettes oder durch einen doppelten Rost *s*, Fig. 5436, zum Schweifrahmen. Der Rost oder das Lesebrett besteht aus zwei Kämmen von gleich vielen, gelochten Messingdrähten, in Leisten eingesetzt, welche in Nuthen des Kastens *s* eingeschoben sind. Da jeder der Kämme um etwa 10^{cm} höher oder tiefer gestellt werden kann, und durch die Löcher jedes Kammes gleichviel Kettenfäden gezogen sind, durch einen alle geraden, durch den anderen alle ungeraden Fäden, so lässt sich durch die Höhenverstellung der Kämme in einfachster Weise jene Theilung der Kettenfäden bewirken, welche für das Inskreuzschlagen erforderlich ist. Die Aufwindungsstelle muss sich bei der Umdrehung des Haspels fortwährend und gleichmässig verändern, damit die Kette in schraubenförmigen Windungen aufgewickelt wird. Zu diesem Zwecke kann das Lesebrett in Nuthen *t* der Säule *n* auf- und abgleiten, welche Bewegung durch die Schnur *k* geregelt wird. Man ersieht aus Fig. 5436, dass sich die Schnur *k* auf der Achse *f* je nach der Drehungsrichtung des Haspels auf- oder abwickelt und da sie von *f* über die Rolle *a'* und eine an *s* befestigte Rolle, ferner über *b'* zu einem Punkte im Kasten *s* geht, so hebt sie den Kasten um den dritten Theil der aufgewickelten Schnurlänge oder sie lässt ihn bei umgekehrter Bewegung des Schweifrahmens, entsprechend sinken. Da die einzelnen Gänge nicht aufeinander, sondern nebeneinander auf dem Scherrahmen aufgewunden werden müssen, damit sie gleiche Länge besitzen, so wird das Lesebrett *s* nach jedem Gange dadurch etwas gehoben, dass man die Schnur, deren Ende an einer kurzen im Kasten *s* liegenden Welle (Winde) befestigt ist, durch Drehung dieser Welle etwas aufwickelt. Am Zurückdrehen ist diese Winde durch ein Sperrad gehindert, in welches ein Sperrkegel eingreift.

Die Querriegel *v* (oben) und *w* (unten) bestehen aus zwei Theilen, welche zangenartig die Latten *a* fassen. Durch Lüften der Klemmvorrichtung, welche verschiedenartig ausgeführt ist, kann man *v* und *w* verstellen, einander nähern oder zwischen andere Stäbe des Schweifrahmens bringen, und dadurch die Fadenlänge der Gänge dem Bedürfniss anpassen.

Die an den Querriegeln angebrachten Zapfen oder Nägel sind wichtig. Beim Beginne des Scherens oder Schweifens werden die sämmtlichen von den

Spulen kommenden Fäden zu einem Knoten vereinigt und dann die Fäden so über den Nagel *1* (Kopfnagel) gelegt, wie dies die Figur erkennen lässt, hierauf theilt man die sämmtlichen Fäden des Ganges durch Verschiebung der Kämme (einer *y* hinauf, der andere *z* hinab) in zwei Theile, fasst die gehobenen, z. B. alle ungeraden Fäden mit der Hand und legt sie über den Nagel *2*, während alle geraden Kettenfäden unter denselben kommen. Hierauf werden die Kämme so verstellt, dass jener, welcher früher gehoben war, gesenkt ist und umgekehrt; man fasst wieder die gehobenen Fäden, jetzt sind dies die geraden, und legt sie über den Nagel *3*, die nicht gehobenen unter denselben. Hierdurch entsteht zwischen *2* und *3* das Fadenkreuz, daher die Nägel *2*, *3* Kreuznägel heissen. Dreht man dann den Schweifrahmen in der Uhrzeigerrichtung so windet sich der erste Gang von oben nach unten auf, bis man zu den Fussnägeln gelangt, um welche der Gang einfach geschlungen wird, worauf die zweite Hälfte des ersten Ganges von unten gegen oben bei entgegengesetzter Drehungsrichtung gewickelt wird. Ist man wieder oben angelangt, so wird zunächst wieder über Nagel *2* und *3* das Fadenkreuz gebildet, hierauf der Gang um den Kopfnagel gelegt, abermals das Fadenkreuz gebildet und, nach Versetzung des Lesebrettes *s* um die Gangbreite mittelst der oberwähnten kleinen Winde, weiter geschweift.

Bei kleinen Scherrahmen mit unvollkommener eingerichtetem Lesebrett wird das Inskreuzschlagen durch Abgreifen der Fäden, wobei alle geraden Kettenfäden unter dem Zeigefinger und über dem Daumen, alle ungeraden über dem Zeigefinger und unter dem Daumen liegen, erzielt. Man erhält so das Fadenkreuz zunächst zwischen beiden Fingern und überträgt es dann zwischen die Kreuznägel.

Ist das Scheren beendet, so bindet man zwischen den Kreuznägeln das Fadenkreuz mit Bindfaden fest und ebenso unten das aus halben Gängen gebildete Kreuz zwischen den Fussnägeln, nimmt die Kette sodann von dem Schliessnagel und beginnt von hier aus eine Art von Knäuel aus den Gängen zu wickeln in welcher Form die Kette zum Aufbäumen gebracht wird.

Ueber das Scheren mit Maschinen s. Weberei mechanische.

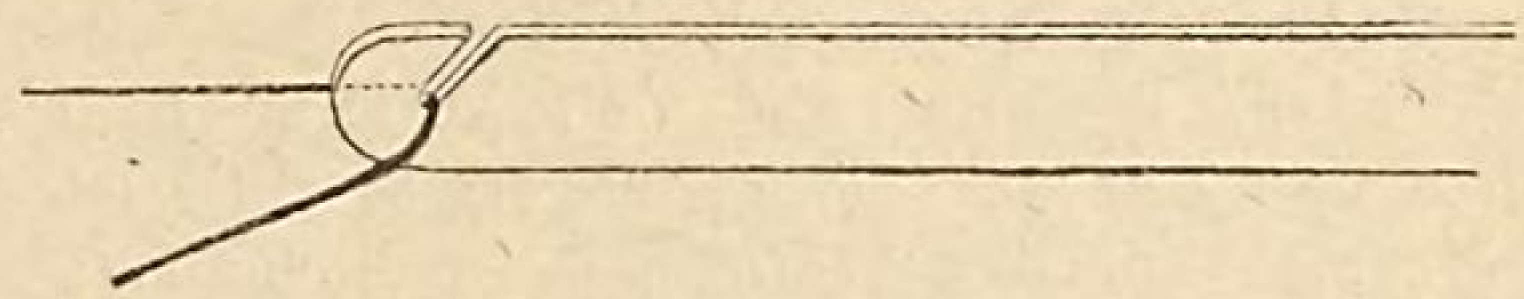
Das Aufbäumen *(pliage — beaming)*. Auf das Scheren folgt bei der gewöhnlichen Handweberei das Aufbäumen. Dieses besteht im Aufwinden der Kette auf einen cylinderförmigen Baum (Garnbaum, Kettenbaum) in der Weise, dass alle Fäden gleichmässig nebeneinander liegen und eine Fläche bedecken, welche der Breite des zu webenden Stoffes nahezu gleich ist. Beim Aufbäumen stellt man den Baum auf einen oder auf zwei am Webstuhl befestigte Stützen und dreht ihn mit Speichen um.

Zum Befestigen der Kette auf dem Ketten- oder Garnbaum werden die am Fussende des Scherrahmens in halbe Gänge zusammengelegten Fäden an einem Stock oder einer Ruthe (Baumruthe) aufgereiht, so dass die Ruthe die Stelle des Zapfens *5* in Fig. 5436 einnimmt; sodann wird ein an der Ruthe befestigtes Seil an der Stelle, wo Zapfen *4* das unterste Kreuz machte, zwischen den halben Gängen durchgezogen und alsdann auch an dem andern Ende festgebunden; endlich legt man die Gänge der Kette aus einander und die Ruthe in eine Nuth des Kettenbaumes, worin sie mit Bindfaden befestigt wird. Den freien Theil der Kette lässt man ferner im Zickzack über und unter einige horizontale, an dem Webstuhl oder an besondern Ständern befestigte Querriegel gehen, um beim Festhalten am anderen Ende durch das Umdrehen des Kettenbaums für das starke Spannen der Kettenfäden und ein regelmässiges Aufbäumen genug Reibung und Widerstand zu entwickeln. Die gleichmässige Ausbreitung des Garns erzielt man mit Hilfe eines Kammes (Scheidekamm), welcher aus zwei, durch kurze Metallstifte verbundenen hölzernen Latten besteht und etwa so lang ist, als der Kettenbaum. Das Garn wird in halben Gängen oder Päckchen von 10 bis 40 Fäden in die Fächer zwischen diese Zähne gelegt und beim Aufbäumen der Kamm in der Nähe des Kettenbaums senkrecht gestellt. — Dadurch, dass man bei fortgesetztem Aufbäumen den Kamm allmälig mehr schief hält, werden die Windungen in der

Breite mehr zusammengezogen und so das Abschlagen des Garns nach der Seite verhindert. Das Aufbäumen der maschinenmässig gescherten Ketten von Baumwollgarn geschieht gewöhnlich nach vorhergegangenem Schlichten oder Stärken.

Das Einziehen der Kettenfäden (*passage — drawing*). Sobald der Kettenbaum aufgebäumt ist, wird derselbe auf den Webstuhl übertragen. Es werden die Kreuzruthen eingeschoben, hingegen die Bindfäden, welche das Fadenkreuz hielten, entfernt. Die Kettenfäden werden nun in die Augen der Schäfte eingezogen und muss dies in richtiger Reihenfolge, welche auch von der Art des herzustellenden Gewebes abhängt, geschehen. Ein Hilfsarbeiter nimmt Faden nach Faden und legt sie einzeln über die hakenförmige Einziehnadel, welche der Weber durch das Auge einer Litze gesteckt hat und mit deren Hilfe der Faden auch durchgezogen wird. Sind alle Kettenfäden richtig in die Schäfte eingezogen, so erfolgt das Einziehen in den Kamm, wobei sich der Weber eines sogen. Einziehmessers aus dünnem Blech bedient, Fig. 5437, welches er von der Brustbaumseite durch die schmalen Spalten des Weberkammes steckt, während der Hilfsarbeiter den Faden (oder falls mehrere Fäden auf einen Zahn kommen, deren in richtiger Zahl) in den Schlitz des Einziehmessers legt.

Fig. 5437.



Einziehmesser.

Sind die Kettenfäden eingezogen, dann werden sie in Gruppen von 10 bis 40 durch einen Knoten vereinigt und entweder direct mit der in einer Nuth des Zeugbaumes liegenden Leiste oder durch Zwischenschnüre mit derselben verbunden, ähnlich wie das beim Aufbäumen betreffs des Kettenbaumes besprochen wurde.

Da das Einziehen eine sehr mühsame, zeitraubende Arbeit ist, so sucht man sie wenn möglich durch das sogenannte Andrehen zu ersetzen, welches dann angewendet werden kann, wenn die neue Kette der Herstellung desselben Stoffes dienen soll, welcher früher am Webstuhle erzeugt wurde. In diesem Falle schneidet man den Stoff in geeignetem Abstande vor dem Weberkamme quer durch, hebt Kamm und Schäfte, sammt dem alten Kettenreste, dessen Verbindung mit dem Kettenbaume gelöst wurde, aus und übergibt dies der Andreherin. Diese Arbeiterin hat zu einer Seite den frisch aufgebäumten Kettenbaum, zur anderen die Schäfte und den Kamm sammt den Kettenfädenresten und nun knüpft, „dreht“ sie jedes Kettenfadenende des Kettenbaumes an den entsprechenden Kettenfadenrest der alten Kette an. Die Fadenverbindung ist haltbar genug, um das Durchziehen der neuen Kette durch die Schäfte und den Kamm durch Ziehen an der alten Kette zu ermöglichen und hat überdies den grossen Vortheil, dass der Stoffstreifen unmittelbar zur Verbindung mit der Zeugbaumleiste benützt werden kann und die alten Kettenfadenreste, welche ja werthlos sind, an die Stelle eines Stückes neuer Kette treten, welche sonst hinter dem Kamme die Verbindung mit dem Zeugbaume herstellen muss.

Auf die verschiedenen Arten des Einzugs und ihren Einfluss auf die Beschaffenheit des Gewebes wird später zurückgekommen.

Das Schlichten, Stärken und Leimen (*parer, encoller — dressing*). Da beim Weben das Garn vielfacher Reibung und Abnützung ausgesetzt ist, wodurch besonders die rohen Fäden von Flachs, Baumwolle und Wolle sehr leicht abreissen können, so müssen die Kettenfäden zuerst noch durch Bestreichen mit klebrigen Stoffen gestärkt und glatt gestrichen werden, was man Schlichten, Stärken oder Leimen nennt.

Beim Schlichten von Garn aus Flachs und Baumwolle verwendet man einen dicken Brei von Roggen-, Weizen- und Buchweizenmehl, zuweilen unter Beifügung von Talg, Leinmehl, isländischem Moos, Glycerin u. s. w., um dadurch das zu schnelle Trocknen oder die Zersetzung zu verhüten. Sollen feine Baumwollenstoffe erzeugt

werden, dann findet das Schlichten mit einem Brei aus Weizen- und Kartoffelstärke statt, worunter man zuweilen noch Gummi und gebranntes Stärkemehl (Leiocom) mischt. Das Garn für die Tuchweberei wird mit einer verdünnten Leimauflösung getränkt; Ketten von Seide brauchen, da sie an und für sich schon glatt sind, nicht gestärkt zu werden; allein die schlechteren Sorten bestreicht man mit einer Auflösung von Gummi.

Auf den Handwebstühlen erfolgt das Schlichten, indem man einen Theil der Kette zwischen dem Garnbaum und den Schäften, sowohl von oben, als von unten, mit langen und steifen Bürsten bestreicht, welche den Brei an das Garn abgeben und so die Fäden glatt und gleichmässig machen. Der auf diese Weise geschlichtete Theil der Kette hat eine Länge von höchstens 1^m. Sobald dieser abgearbeitet ist, muss der Weber seinen Sitz verlassen, um das Schlichten zu wiederholen, wodurch viel Zeit verloren geht und zwar desto mehr, da auch noch einige Zeit zum Trocknen erforderlich ist. Um diese Störung zu vermeiden, wendet man vor dem Aufbäumen Schlichtmaschinen an, welche die ganze Kette schlichten (s. Weberei mechanische).

Geköperte und kleingemusterte Gewebe. Köper, Keper *(tweel)* nennt man Gewebe, bei welchen mehrere, aber gleich viele, verschiedene Lagen von Ketten und Schussfäden vorhanden sind, welche sich derartig durchkreuzen, dass eine diagonale Streifung entsteht.

Fig. 5438 zeigt ein Bild eines Köpers, bei welchem fünf verschiedene Lagen der Ketten- und der Schussfäden vorhanden sind; denn die Figur zeigt, dass der sechste Kettenfaden dieselbe Lage wie der erste, der siebente dieselbe Lage wie der zweite, der achte dieselbe wie der dritte, der neunte wie der vierte,

Fig. 5438.

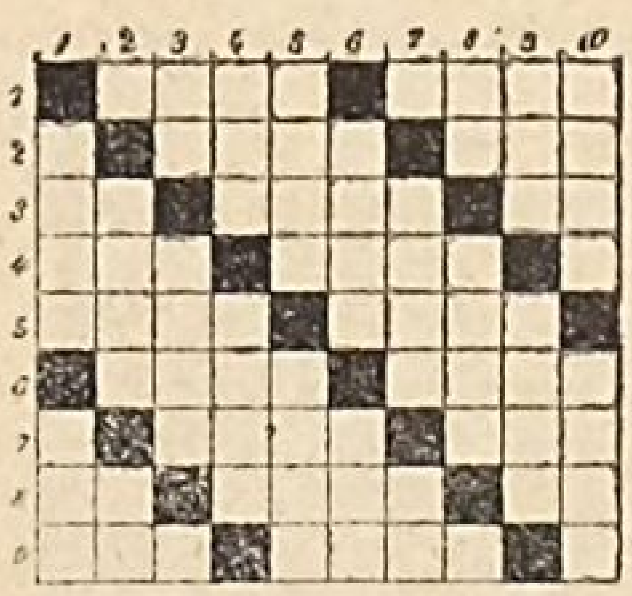
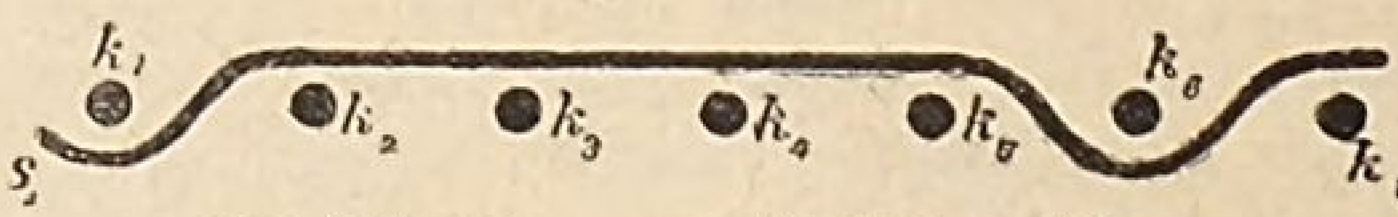


Fig. 5439.



Fig. 5440.



Fünfbündiger, gewöhnlicher Köper.

der zehnte wie der fünfte Kettenfaden u. s. w. besitzt. Dasselbe lässt sich von den Schussfäden erkennen. Ein Schnitt durch das Gewebe in der Richtung der Kette zeigt Fig. 5439, in der Richtung des Schusses Fig. 5440 und wenn wir die Fäden recht dicht aneinander liegend annehmen, so erhalten wir hiefür die Darstellungen Fig. 5441. — Indem in diesem Gewebe, welches die Bezeichnung

Fig. 5441.

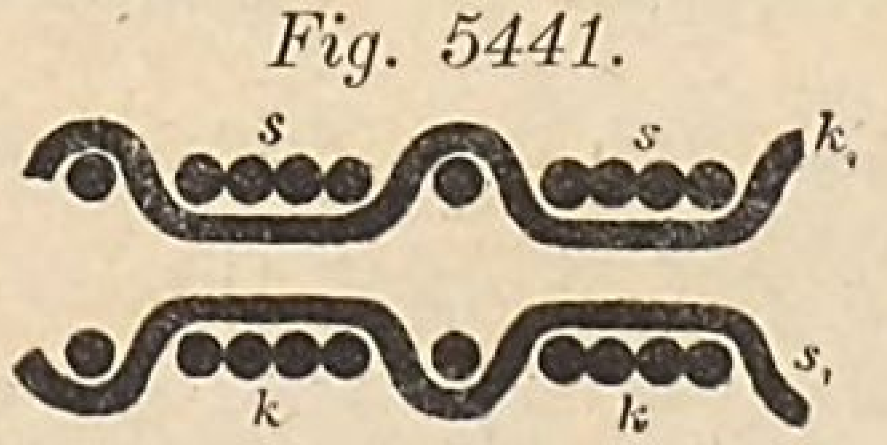


Fig. 5442.



Fig. 5443.



fünfbündiger, gewöhnlicher Köper führt, vom 6. Schuss- und 6. Kettenfaden an die Wiederholung der früheren Fadenlagen in derselben Aufeinanderfolge beginnt, so können wir das Gewebe durch die Fig. 2442 oder, den Stoff von der unteren Seite besehen gedacht, durch Fig. 5443 darstellen, indem diese Figuren ganz dasselbe besagen wie Fig. 5438.

In diesen kleinen Figuren ist das Element des Gewebes, als dessen Wiederholung der Stoff aufzufassen ist, gegeben.

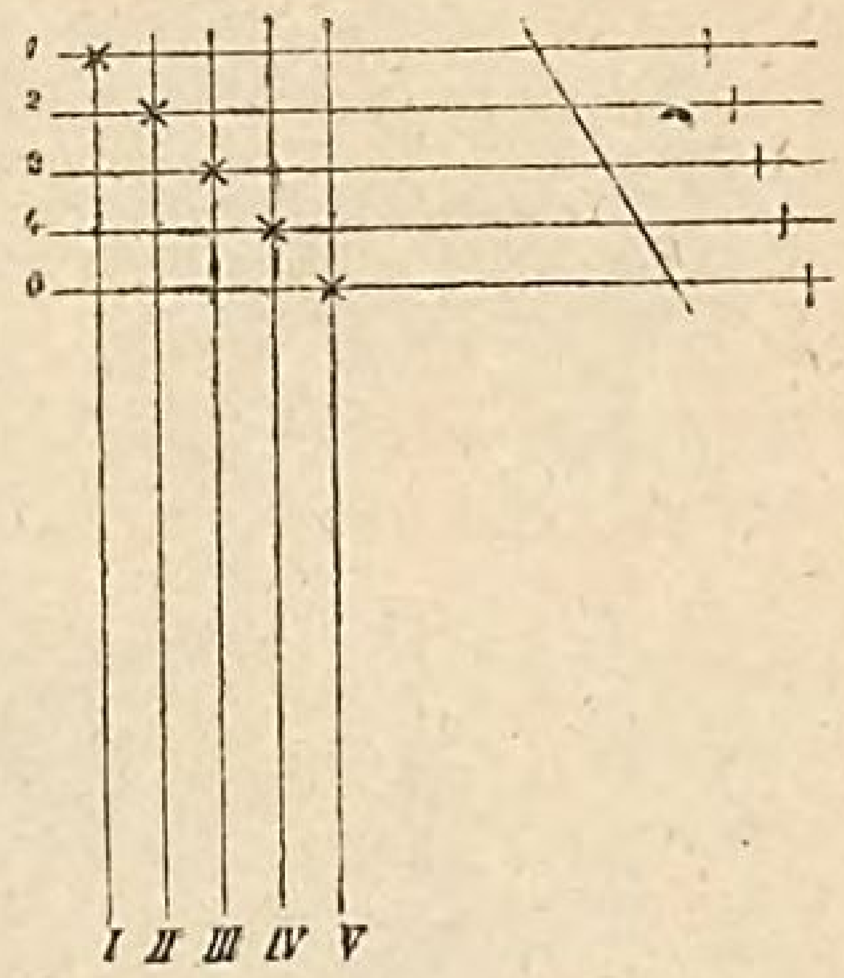
Fragen wir uns, wie der Webstuhl beschaffen sein muss, auf welchem der fünfbünd. gew. Köper hergestellt werden kann, so führt die aufmerksame Betrachtung des Gewebselementes sofort zu dessen Einrichtung. Es sind fünf verschiedene Lagen der Schussfäden im Gewebe, folglich sind fünf verschiedene Fachbildungen erforderlich und da für die Bildung eines bestimmten Faches auch ein bestimmter Tritt nöthig ist, so muss der Webstuhl 5 Tritte erhalten. So viele verschiedene Lagen von Schussfäden im Gewebselement vorhanden sind, so viele Tritte muss der Webstuhl erhalten.

Im Gewebe sind ferner fünf verschiedene Lagen von Kettenfäden. Alle Kettenfäden, welche dieselbe Lage besitzen, d. h. stets gleichzeitig entweder gehoben oder niedergezogen werden müssen, können in demselben Schafte eingezogen sein, daher benöthigt man mindestens 5 Schäfte. Man kann allgemein sagen, so viele verschiedene Lagen von Kettenfäden im Gewebselement vorkommen, so viele Schäfte muss der Webstuhl erhalten.

Es wird also zur Herstellung des fünfbündigen Köpers ein Webstuhl mit 5 Schäften und 5 Tritten gebraucht.

Mögen in Fig. 5444 fünf wagrechte Striche die Schäfte *1 2 3 4 5* und fünf darauf senkrechte Striche *I II III IV V* die Tritte darstellen, wie dies auch dem Grundriss-Schema des Webstuhles entsprechen würde. Das Einziehen der Kette in die Schäfte hat so zu erfolgen, dass

Fig. 5444.



Weberzettel für den 5bünd. Köper.

der 1. Kettenfaden in die 1. Litze des 1. Schaftes
der 2. Kettenfaden in die 1. Litze des 2. Schaftes
der 3. Kettenfaden in die 1. Litze des 3. Schaftes
der 4. Kettenfaden in die 1. Litze des 4. Schaftes
der 5. Kettenfaden in die 1. Litze des 5. Schaftes
der 6. Kettenfaden in die 2. Litze des 1. Schaftes
der 7. Kettenfaden in die 2. Litze des 2. Schaftes

u. s. w. eingezogen wird.

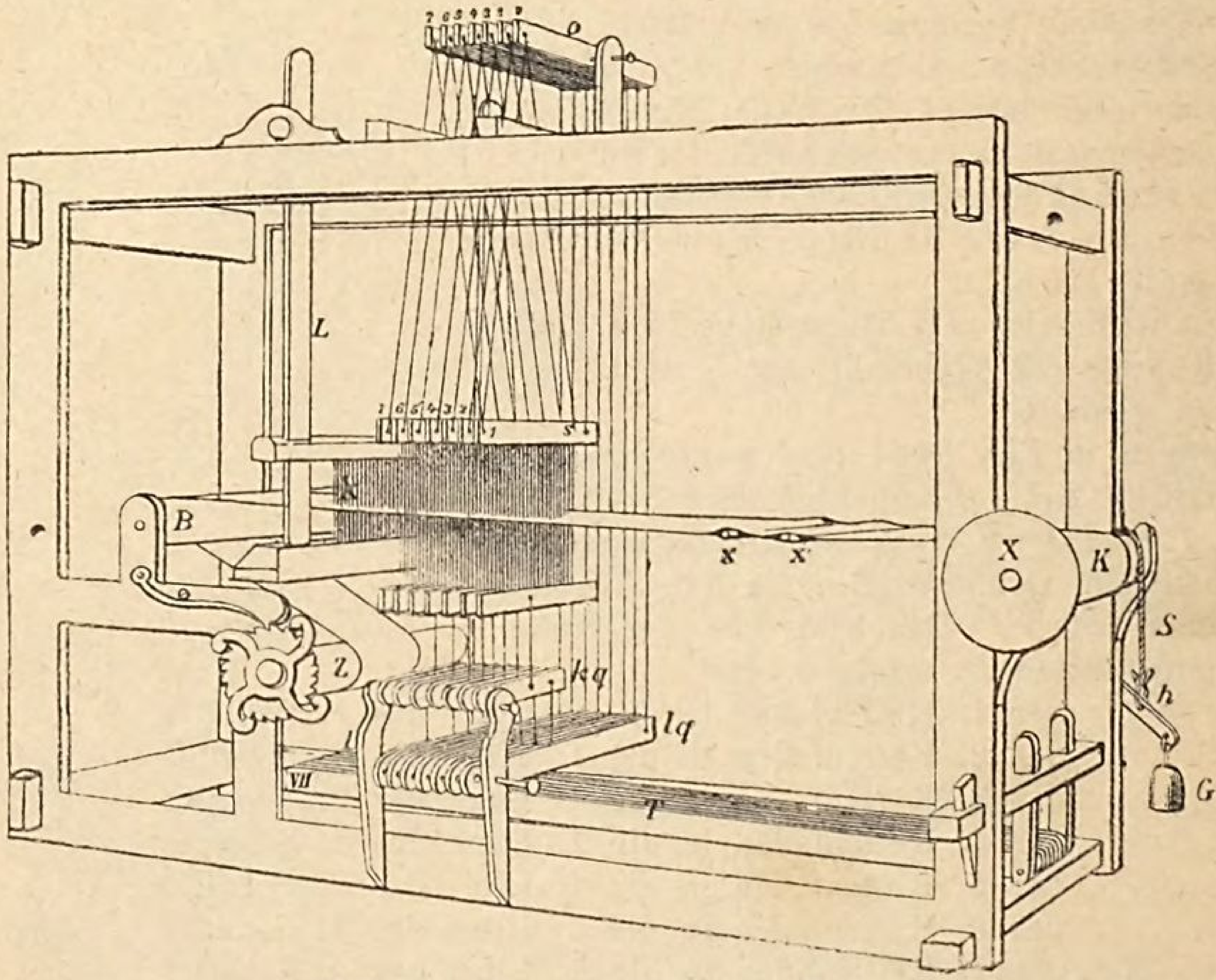
Man deutet diese Art des Einzuges durch eine gerade Linie an, welche die Schaftlinien schräg durchschneidet oder durch einzelne die Schaftlinien senkrecht schneidende kurze Linienstücke, welche zusammen betrachtet eine schräge Linie andeuten, Fig. 5444, und nennt diesen Einzug: geraden Einzug. In den ersten Schaft ist demnach der 1., 6., 11., 16., ... $(1 + 5n)$ Kettenfaden eingezogen, in den zweiten Schaft der 2., 7., 12., 17., ... $(2 + 5n)$ Kettenfaden u. s. w.

Bei der gewöhnlichen, geraden Trittfolge wird zuerst der Tritt *I*, dann *II*, *III*, *IV*, *V* getreten. Wird Tritt *I* getreten (niedergedrückt), so soll das zum 1. Schussfaden gehörige Fach gebildet werden; aus Fig. 5438 (oder 5442) ersieht man, dass der erste Kettenfaden, daher der erste Schaft gehoben werden muss, und ist dies in Fig. 5444 dadurch angedeutet, dass an der Kreuzungsstelle des 1. Schaftes und 1. Trittes ein $\times$ gesetzt ist, durch welches man die Schnürung oder Verbindung zwischen Tritt und Schaft auf Hub des letzteren kennzeichnet. Der erste Tritt hebt Schaft *1* und zieht die Schäfte *2*, *3*, *4*, *5* nieder. Der zweite Tritt hebt Schaft *2* und zieht *1*, *3*, *4*, *5* nieder; der dritte Tritt hebt Schaft *3* und zieht *1*, *2*, *4*, *5* nieder u. s. w. Die Schnurverbindung für das Niederziehen der Schäfte wird meistens nicht angedeutet, bezw. das Freilassen der betreffenden Kreuzungsstellen als Zeichen für das Niederziehen der betreffenden Schäfte durch den Tritt genommen. Das durch Fig. 5444 dargestellte Schema der Webstuhl-Vorrichtung heisst Weberzettel und wurde im Vorstehenden aus dem Elemente des Gewebes das Weberzettel abgeleitet.

Was hier bezüglich des fünfbündigen Köpers entwickelt wurde, gilt in ganz ähnlicher Art auch für den 3, 4, 6, 7 etc. bündigen Köper. Die Köper haben weniger Fadenkreuzungen als das leinwandartige Gewebe, sind daher weicher, geschmeidiger und gestatten auch eine dichtere Einstellung der Kette, wie dichteres Aneinanderliegen der Schussfäden.

Zur Herstellung dieser Gewebe wendet man Webstühle an, wie ein solcher in Fig. 5445 für einen siebenbündigen Köper gezeichnet ist. *K* ist der Ketten-

Fig. 5445.



Webstuhl für einen 7bündigen Köper.

baum, *B* der Brustbaum, *Z* der Zeugbaum, *L* die Lade, *k* der Weberkamm' *s* die Schäfte (1, 2 ... 7), *T* die Tritte (I ... VII), ferner sind sieben lange Quertritte *lq*, sieben kurze Quertritte *kq* und sieben Obertritte (Tümmler) *o* vorhanden.

Jeder Schaft ist durch Schnüre mit dem gleichnummerigen Obertritte und kurzem Quertritte verbunden, jeder Obertritt mit einem langen Quertritt gleicher Nummer und jeder lange Quertritt mit dem zugehörigen Haupttritt *T*. Tritt man nun z. B. T_5, so zieht dieser den langen Quertritt *5* nieder, dieser den 5. Obertritt und da letzterer ein doppelarmiger Hebel ist, so hebt derselbe den 5. Schaft. Der Tritt T_5 ist aber auch durch Schnüre mit den kurzen Quertritten *1*, *2*, *3*, *4*, *6*, *7* verbunden, zieht diese nieder und daher auch die gleichnamigen Schäfte. In ähnlicher Weise bewirkt das Treten jedes anderen Haupttrittes das Heben des gleichnamigen Schaftes und das Senken der übrigen. Die beschriebene Anordnung der Haupttritte, kurzen und langen Quertritte und Obertritte führt die Bezeichnung Contremarsch. In Fig. 5445 konnten nicht alle Verbindungsschnüre zwischen den Haupttritten und den langen und kurzen Quertritten gezeichnet werden, denn ihrer sind $7 \times 7 = 49$, und hätten diese Striche das Bild nur verwirrt.

Vergleicht man diesen Stuhl mit dem in Fig. 5430 gezeichneten, so fällt des weiteren auf, dass der Zeugbaum *z* hinabgelegt ist, wodurch der Zeug, indem er über den Brustbaum *B* streicht, immer in derselben Höhe liegt. Eine ähnliche

Anordnung trifft man nicht selten auch mit dem Kettenbaume, doch ist dies in Fig. 5445 nicht der Fall. Die Spannung der Kette ist jedoch eine elastische, erzielt durch die Spannvorrichtung *S*, welche in einer mehrfach über den Kettenbaum geschlungenen Schnur und einem an das Ende derselben entweder unmittelbar oder durch Einschaltung eines Hebels *h* angehängten Gewichte *G* besteht. Statt dieser Anordnung benützt man auch für kräftigere Wirkung die Scheibe *X*, über welche in ähnlicher Weise eine Schnur gelegt und angespannt wird.

Von Wichtigkeit für die Herstellung eines recht gleichförmigen Gewebes ist dessen continuirliche Aufwicklung am Zeugbaume, entsprechend der Schuss für Schuss entstehenden Bildung desselben. Zu diesem Zwecke ist an manchen Stühlen der sogenannte Regulator angebracht. Der Regulator ist ein Mechanismus, welcher ruckweise Drehung des Zeugbaumes nach jedem oder nach einer bestimmten Anzahl von Schüssen bewirkt. Zu diesem Zwecke wird oft von einem, mit einem Tritte (oder einer Platine) mittelst Schnüren verbundenen Hebel durch eine Schiebklaue ein Sperrad gedreht, wobei es ermöglicht ist, die Drehung um mehr oder weniger Zähne, bezw. um einen grösseren oder kleineren Winkel vorzunehmen. Vom Sperrade aus wird die Bewegung durch einen Rädersatz mit Uebersetzung ins Langsame auf das am Zeugbaume sitzende Zahnrad übertragen und erhält so der Zeugbaum die ruckweise Drehung, welche dem mittlerweile erfolgten Zuwachs an Stofflänge entsprechen muss.

Da der Zeugbaum an Durchmesser allmälig zunimmt, so ist die gleiche Drehung von verschiedenem Einflusse auf die Aufwicklung; — von geringerem so lange noch wenig Stoff aufgewickelt ist, von grösserem, wenn der Zeugbaum bereits stark bewickelt ist. Dieser Uebelstand lässt sich beseitigen, wenn der Brustbaum, über welchen der Zeug nur streift, die ruckweise Drehung erhält. Dieser Baum muss aber genügend rauh oder mit Nadelstäben armirt sein, damit er das Gewebe richtig mitnimmt. (Vergl. Weberei mechanische).

Die Arbeit des Webens wird bei Anwendung der Schnell-Lade weit bequemer, in welchem Falle auch statt der Handschütze die Schnellschütze Verwendung findet. Die Schnell-Lade unterscheidet sich von der in Fig. 5430 od. 5445 gezeichneten Lade dadurch, dass das untere Querholz der Lade, der Ladenklotz, nach rechts und links verlängert, beiderseits einen Schützenkasten trägt, in welchem je ein verschiebbares Klötzchen, der sogenannte Treiber oder Vogel sich befindet. Die Schnell-Schütze hat zu ihrer Längsachse symmetrischen Bau, läuft gewöhnlich auf zwei Rollen, deren Achsen nach der Seite des Weberkammes etwas convergiren, so dass die Schütze leicht am Kamme hinstreift und dadurch die Gefahr vermieden ist, dass sie ins offene Fach geräth und in demselben hängen bleibt. Auf jener Seite der Schützenwand, welche dem Weber zugekehrt ist und an welcher die Rollenachsen divergiren, befindet sich das Loch für den Fadenaustritt. Mit jedem Treiber ist eine Schnur verbunden, welche zu einem, vor dem Weber hängenden Holzgriffe führt. — Durch entsprechende Bethätigung dieser Vorrichtung, Peitsche genannt, wird die Schütze abwechselnd hin- und hergestossen.

Bei sehr breiten Geweben erspart die Peitsche den zweiten Weber, daher das zweimännige Weben fast ganz abgekommen ist. Die Schnellschütze rollt oder gleitet, wenn statt der Rollen Gleitschienen angebracht sind, auf der vom Ladenklotz entsprechend unterstützten Kette durch das Fach aus einem Schützenkasten in den anderen. Der Raschheit der Bewegung wegen könnte es geschehen, dass ein Zurückspringen der Schütze in das Fach erfolgt, und kann, dies zu hindern, die Schütze in jedem Schützenkasten eine leichte Klemmung erfahren, was gewöhnlich durch die federnde Rückwand des Kastens geschieht.

Es lässt sich leicht zeigen, dass eine Veränderung des Einzugs- und der Trittfolge zu scheinbar complicirten Bindungsarten führt. Vergleichen wir das Weberzettel Fig. 5444 mit der nachstehenden Fig. 5446, so ist nur der Einzug ein geänderter. Vom 1. bis zum 10. Faden ist gerade eingezogen, vom

10. bis 24. Kettenfaden aber verkehrt, dann wieder gerade u. s. w. Das Ergebniss dieser Einzugsweise wird durch Fig. 5447 dargestellt.

Fig. 5446.

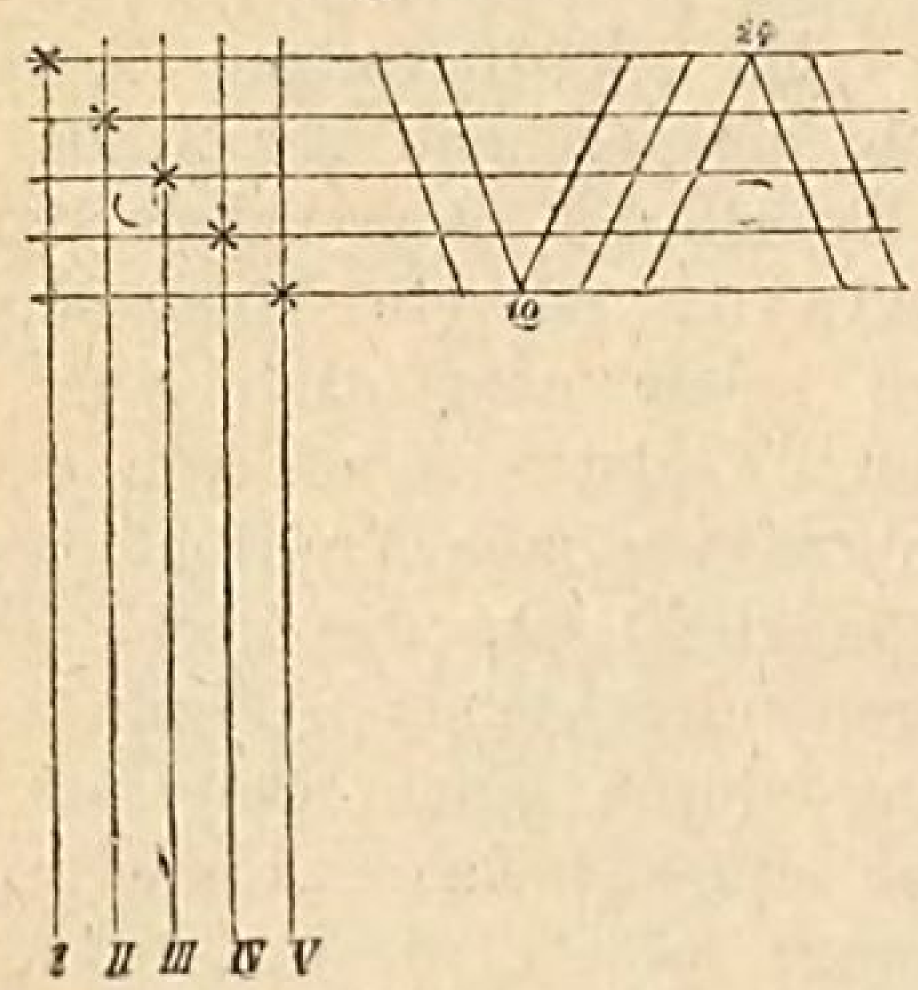
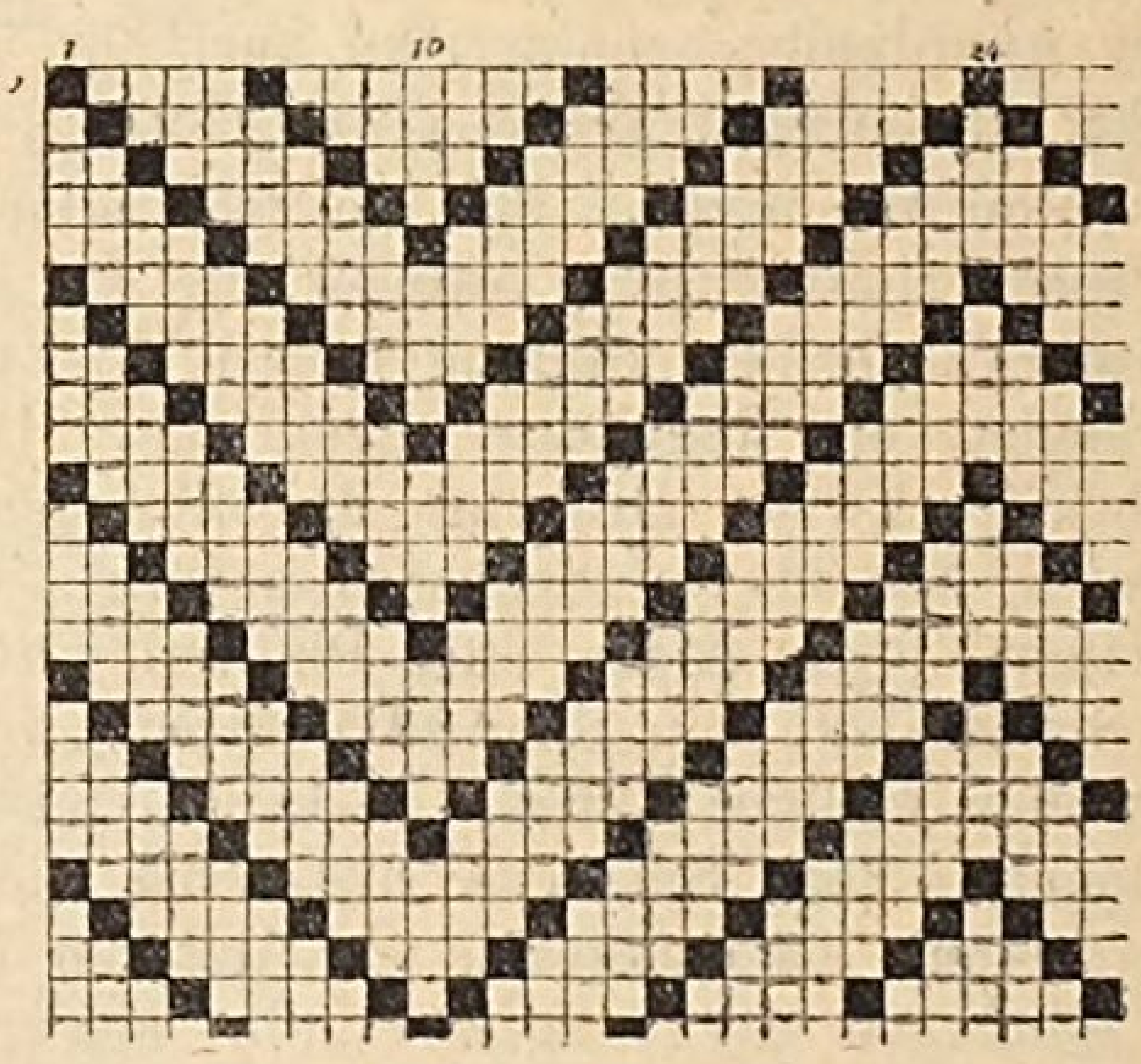


Fig. 5447.



Das Gewebe zeigt Zickzack-Bindungsstreifen, bezw. Längsstreifen, in welchen abwechselnd die Bindungslinien bald von rechts nach links abfallen, bald umgekehrt. — Hätte man mit der in Fig. 5444 gezeichneten Vorrichtung so gearbeitet, dass zweimal vom V. bis zum I. Tritte, dann dreimal vom I. zum V., hierauf wieder vom V. zum I. Tritte getreten wurde, dann hätte man ein Gewebe erhalten mit Zickzack-Längsstreifen, wie es Fig. 5447 dann zeigt, wenn man diese Figur in der Uhrzeigerrichtung um 90° dreht.

Verbindet man den Einzug nach Fig. 5448 mit der Trittfolge: zweimal I bis V, dann zweimal V bis I u. s. w., so erhält man ein kleines Muster, wie dies durch Fig. 5449 dargestellt ist. Der 10., 19., 28., 37. Kettenfaden, ebenso der 10., 19., 28. . . Schussfaden ist in der Figur als feine Linie angegeben, die Bindungslinien sind stärker ausgeführt. — Die hohe Bedeutung der Einzugsweise und Trittfolge ist schon durch diese einfachen Beispiele klargelegt.

Fig. 5449.

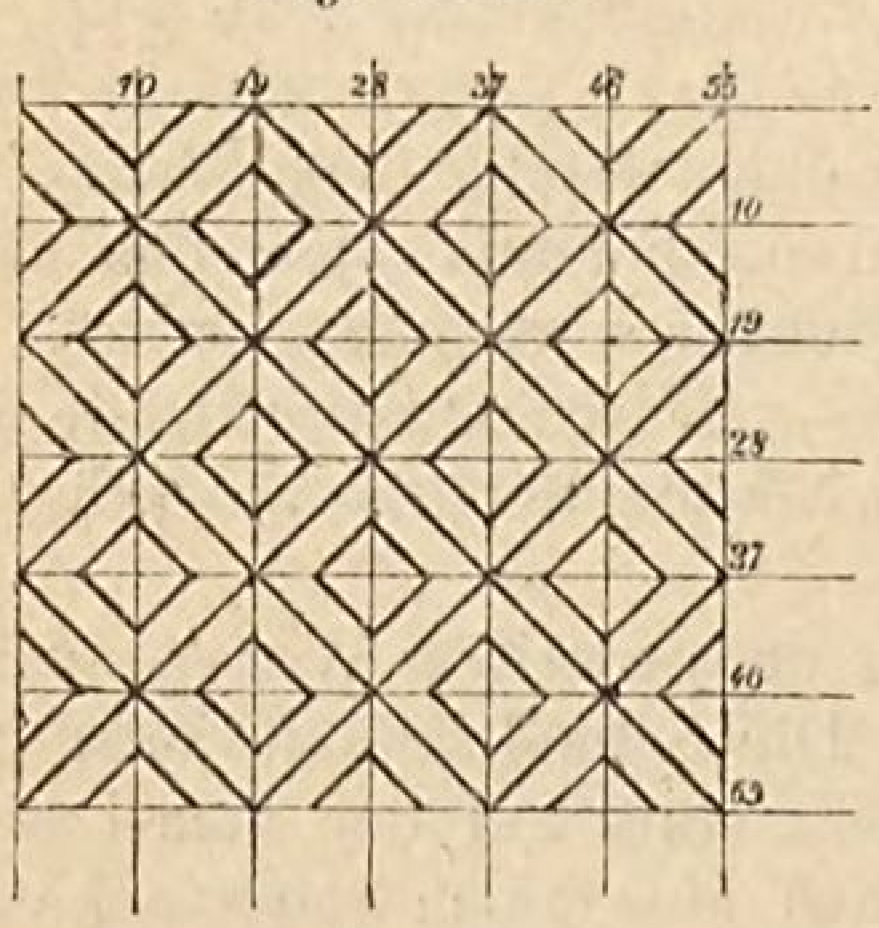


Fig. 5448.

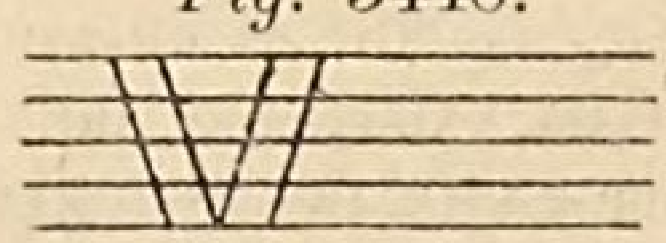


Fig. 5450.

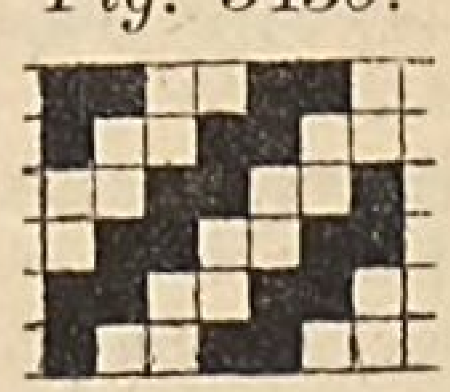


Fig. 5451.

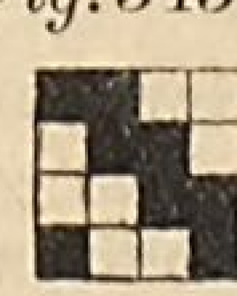
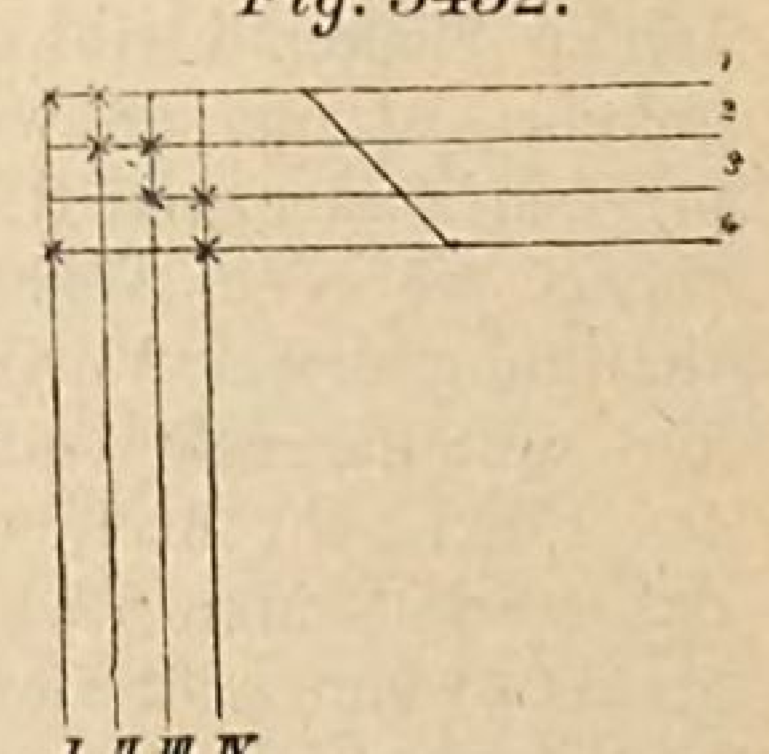


Fig. 5452.



Beidrechter Köper.

Zu den geköperten Geweben rechnet man ferner die sogenannten **beidrechten Köper**, welche ihren Namen daher haben, dass beide Seiten gleich, also recht, erscheinen.

Der **vierbindige, beidrechte Köper** ist in Fig. 5450 dargestellt, das Element dieses Gewebes zeigt Fig. 5451 und Fig. 5452 stellt das Weberzettel dar. Da vier verschiedene Lagen von Kettenfäden und Schussfäden im Gewebselement vorkommen, sind vier Schäfte und vier Tritte erforderlich. Der Einzug

und die Trittfolge sind gerade und die Ableitung des Weberzettels aus dem Gewebselemente kann nach dem pag. 463 Gesagten keine Schwierigkeit bereiten.

Eine weitere Gruppe der geköperten Gewebe bilden die Atlasse (*satins — broken tweels*), bei welchen sich die Bindungen nicht berühren, daher auch keine diagonale Streifung des Gewebes entsteht. Fig. 5453 stellt das Gewebselement und Fig. 5454 das hierzu gehörige Weberzettel eines siebenbindigen Atlas vor.

Fig. 5453.

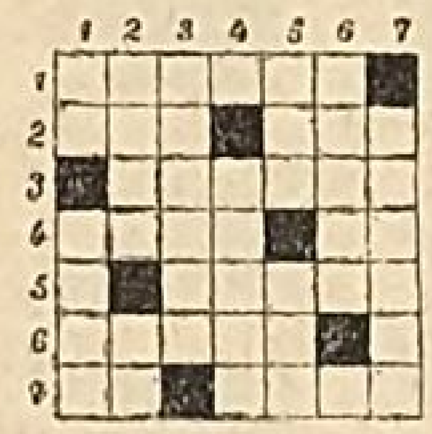
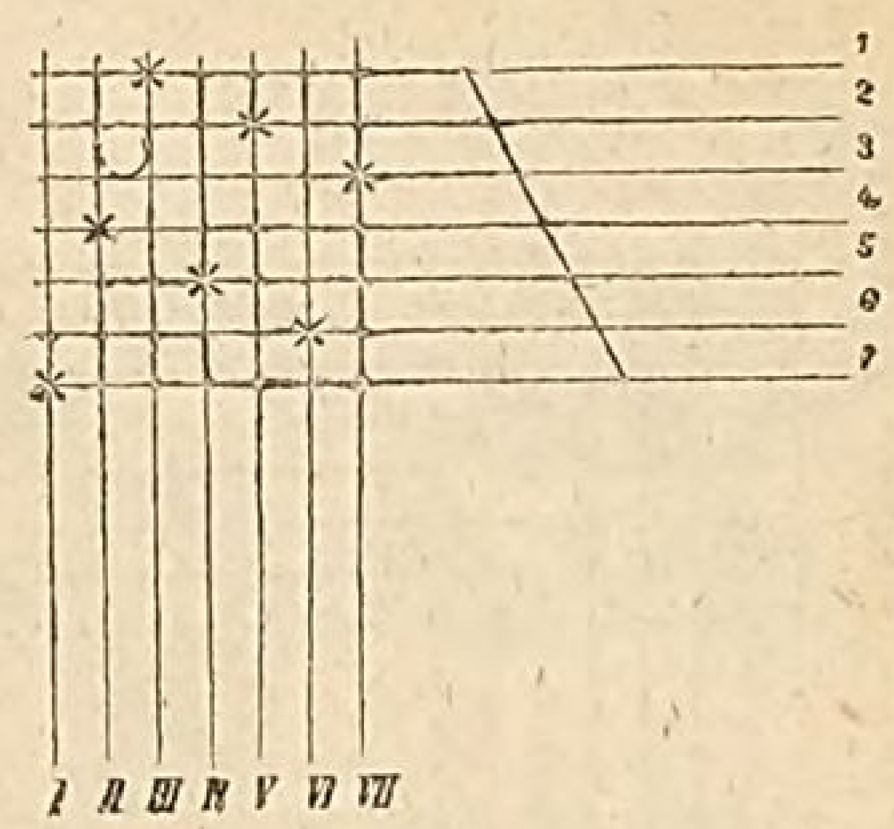


Fig. 5454.

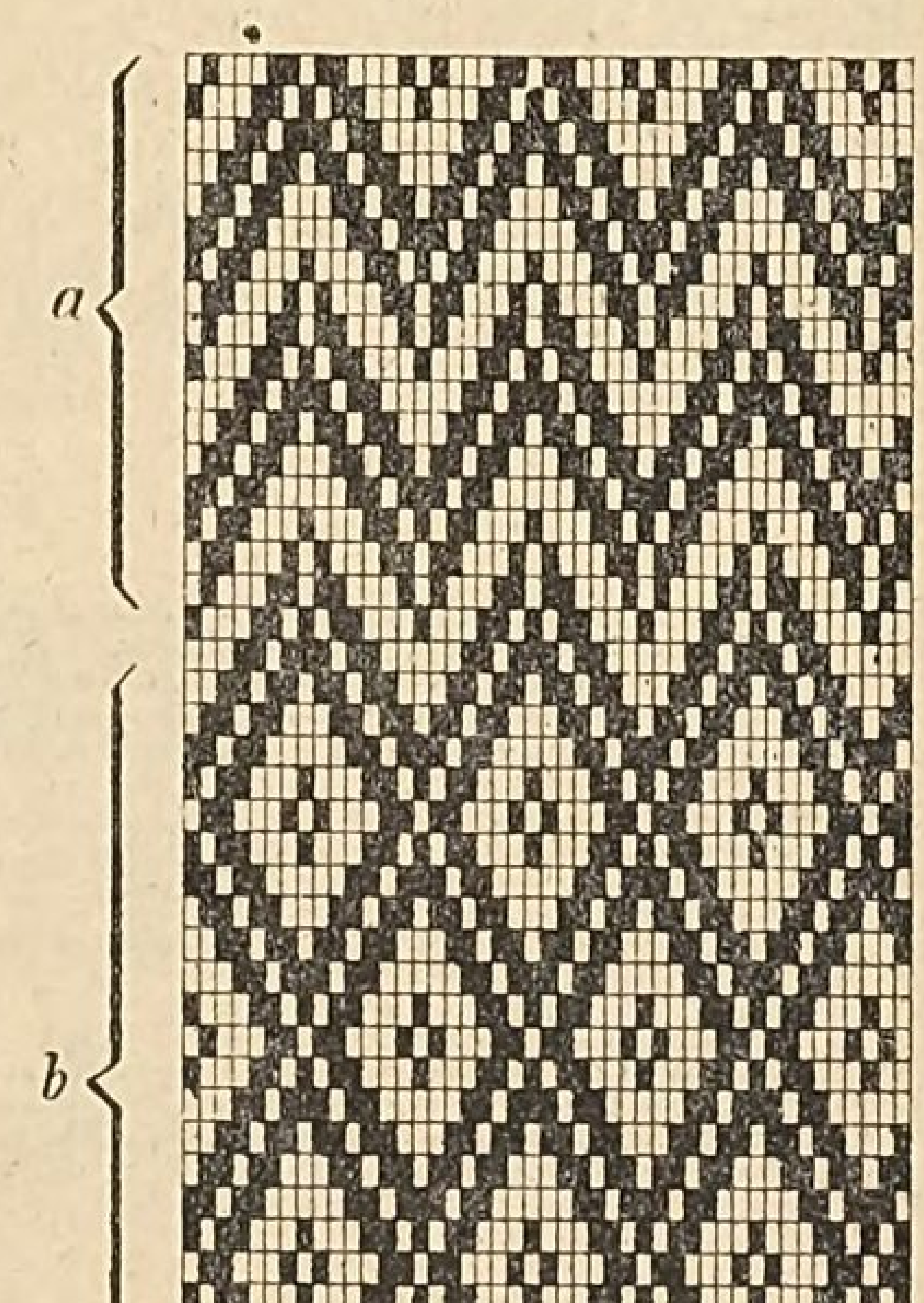


Weberzettel für 7bündigen Atlas.

Da sich beim Atlas die Bindungen nicht berühren, so sind sie weniger wahrnehmbar als beim gewöhnlichen Köper gleicher Bindungszahl. Man erblickt auf der einen Seite fast nur Kette, auf der anderen fast nur Schuss. Ist als Kette Organzin-Seide genommen, so erscheint das Gewebe auf jener Seite, auf welcher die Kette vorherrscht, schön glänzend, weil man fast nur die Kette wahrnimmt, deren Glanz durch die geringe Zahl und gute Vertheilung der Bindungen, welche zudem bei feiner dichter Kette grossentheils gedeckt werden, nicht gestört wird. Die Bezeichnung atlasartiger Glanz hat sich auch in andere Wissenszweige übertragen.

Der Webstuhl, welchen das Weberzettel Fig. 5454 darstellt, gestattet auch die Herstellung gewöhnlichen Köpers, wenn man statt der geraden Trittfolge so die Tritte bethätigt, wie dies die Aufeinanderfolge der Zahlen *III*, *V*, *VII*, *II*, *IV*, *VI*, *I* anzeigt. Ebenso kann ein Webstuhl, welcher zur Herstellung gewöhnlichen Köpers vorgerichtet ist, durch geeignete Abänderung der Trittfolge einen Atlas liefern. So z. B. wird durch jenen Stuhl, welcher nach Fig. 5444 einen fünfbindigen Köper liefert, ein fünfbindiger Atlas erhalten, wenn die Trittfolge *I*, *IV*, *II*, *V*, *III* gewählt wird. Im letzteren Falle wäre die Trittfolge nicht einmal unbequem, denn der Weber würde mit dem linken Fusse zuerst *I*, dann mit dem rechten *IV*, hierauf mit dem linken *II*, mit dem rechten *V*, endlich mit dem linken den Tritt *III* treten.

Fig. 5455.

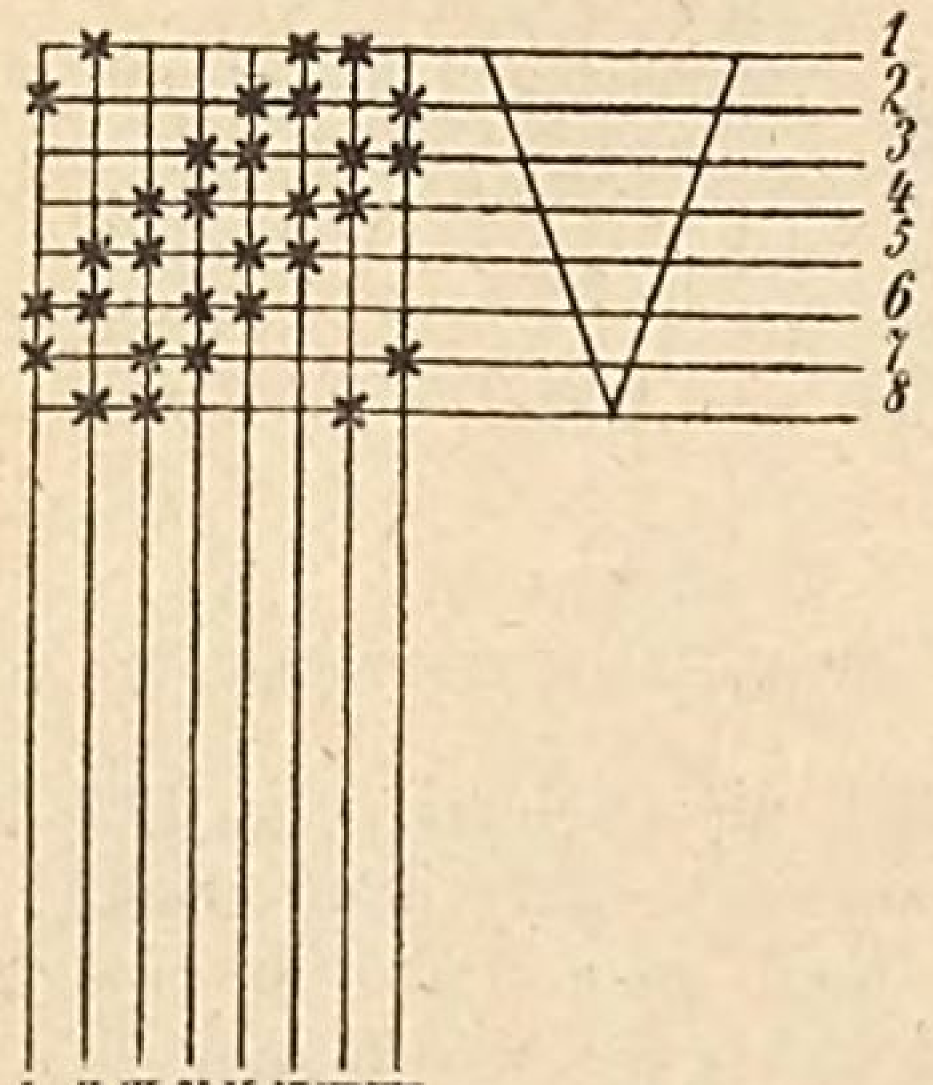


Ebenso leicht als sich ein Stuhl für einen Köper oder Atlas vorrichten lässt, gelingt dies auch für die Herstellung ganz einfacher Muster, wenn dieselben nur über wenige Ketten und Schussfäden gehen, oder wenn, wie dies schon durch Fig. 5449 angedeutet wurde, die grössere Ausdehnung des Musters durch die Art des Einzuges und der Trittfolge bedingt ist.

Fig. 5455 zeigt ein Muster, welches scheinbar über 17 Kettenfäden und 8, bezw. 17 Schussfäden geht. Durch den Einzug in Spitzen, welcher die Symmetrie in Bezug auf den 8. Kettenfaden herstellt, genügen 8 Schäfte. Wählt man die gerade Trittfolge, so erhält man das Muster 5455 *a*, durch Hin- und Her-

treten (Tritt *I* bis *VIII*, *VII* bis *I*) das Muster Fig. 5455 *b*. Das Weberzettel ist durch Fig. 5456 gegeben und hat der Anfänger sich dasselbe aus dem Gewebselemente selbst zu entwickeln. Fig. 5455 zeigt zugleich, dass der Eindruck, welchen ein Muster hervorbringt, abhängig ist von dem Dickenverhältnisse von Kette und Schuss. Der Schuss ist wesentlich dicker, daher die rautenförmige Form der Vierecke des Musters.

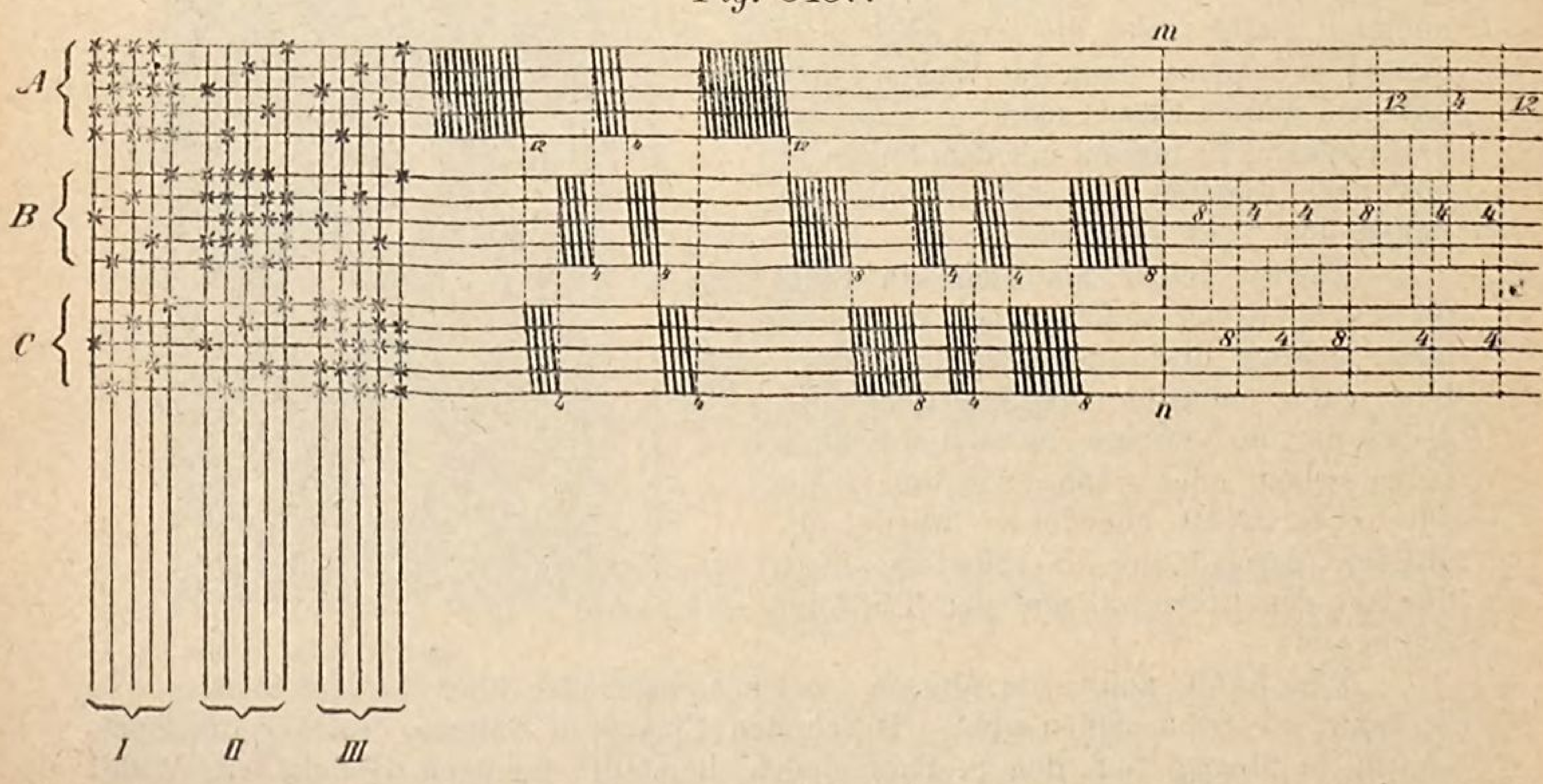
Fig. 5456.



Zu den einfachen, häufig noch durch Trittweberei hergestellten Mustern gehören die, namentlich bei Leinengeweben häufig vorkommenden Steinmuster. In Fig. 5457 ist das Weberzettel für ein dreitheiliges Steinmuster gegeben, allerdings nicht ganz in jener Form, in welcher der Weber die Anweisung zur Stuhlvorrichtung erhalten würde, doch in einer Gestalt, wie sie mit Rücksicht auf das früher Gesagte angemessen erscheint.

Das Weberzettel lässt erkennen, dass je drei Gruppen zu fünf Schäften (die Gruppen *A B C*) und je drei Gruppen von je fünf Tritten, die Gruppen *I*, *II*, *III*, vorhanden sind. Der hier sehr zusammengesetzte Einzug (gesprungener Einzug) ist gleichfalls aus der Figur ersichtlich. Die ersten 60 Kettenfäden sind in die erste Schaftgruppe „gerade" eingezogen, also erfolgte der Einzug 12mal gerade durch die 5 Schäfte *A*; die nächsten 20 Kettenfäden sind gerade durch die Schäfte der Gruppe *C* gezogen $4 \times 5 = 20$; die folgenden 20 Kettenfäden sind in Gruppe *B* eingezogen u. s. w., wie Fig. 5457 anzeigt. Bis zur punktirten Linie *mn* ist der Einzug für zusammen $5\,(12.2 + 4.8 + 8.4) = 440$ Kettenfäden dargestellt. Von hier an ist die Einzugsweise symmetrisch durchgeführt, wie dies in leicht verständlicher Weise durch die, in die einzelnen Schaftgruppen eingesetzten Ziffern, welche die Liniengruppen vertreten, angedeutet ist. Die gesammte Kettenfädenzahl beträgt hier 880. Die Trittfolge ist nachstehende: Ab-

Fig. 5457.

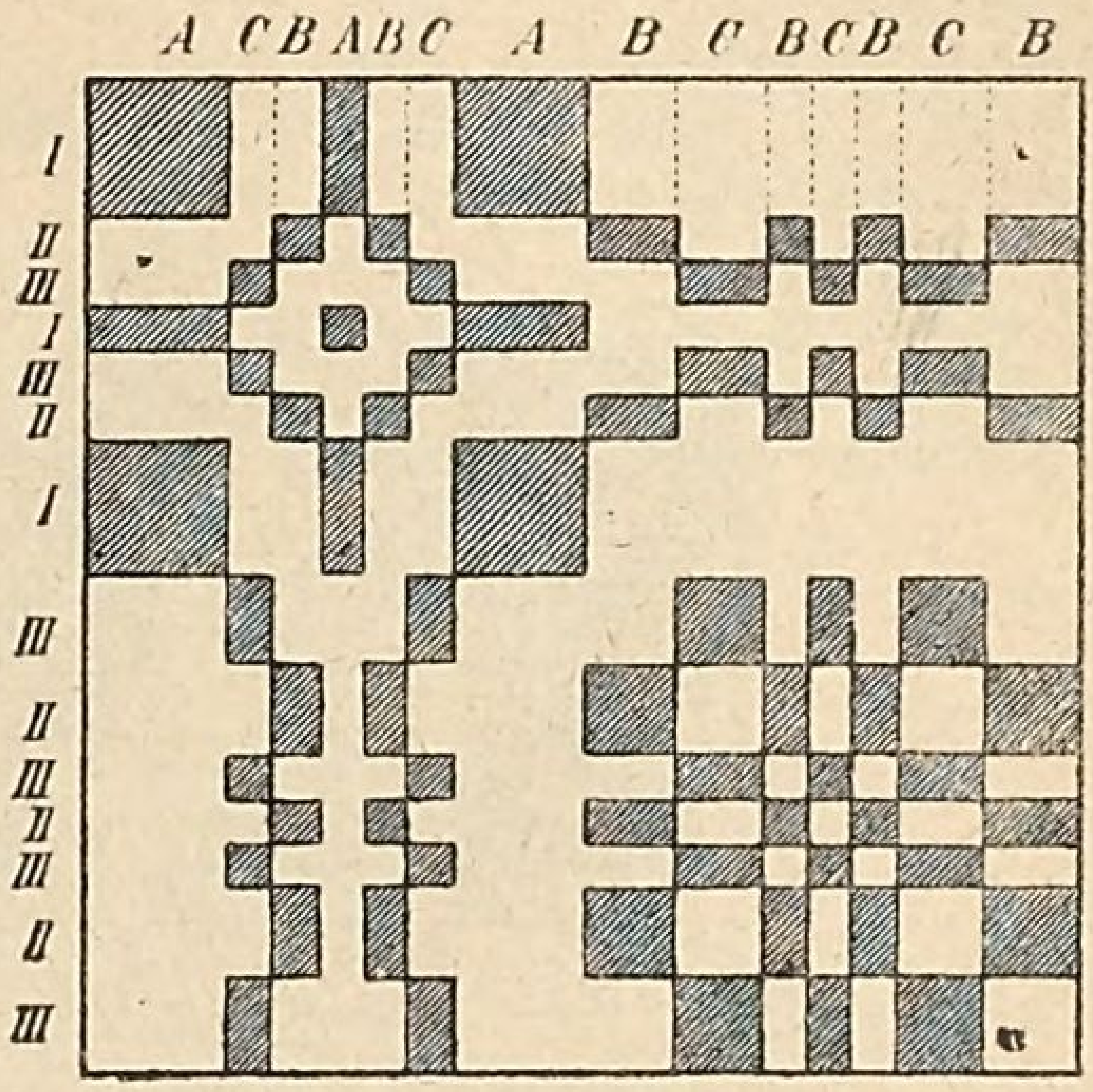


Weberzettel zu dem dreitheiligen Steinmuster Fig. 5458.

theilung *I* zwölfmal durchgetreten, *II* 4mal, *III* 4mal, *I* 4mal, *III* 4mal, *II* 4mal, *I* 12mal, *III* 8mal, *II* 8mal, *III* 4mal, *II* 4mal, *III* 4mal, *II* 8mal, *III* 8mal, dann in entgegengesetzter Reihenfolge, d. h. *III* 8mal, *II* 8mal, *III* 4mal..... bis *I* 12mal. Hierdurch erhält man ein doppelt symmetrisches Steinmuster, dessen Viertel durch Fig. 5458 dargestellt erscheint.

In dieser Figur sind jene Rechtecke schraffirt, bei welchen vorherrschend Kette oben liegt, während jene Rechtecke weiss gelassen sind, bei welchen vorwaltend Schuss oben liegt. Es wird leicht einzusehen sein, dass man durch den hier in einem Beispiele gezeigten Kunstgriff mannigfache, doch immer aus Rechtecken zusammengesetzte Muster erhalten kann. Die zweitheiligen Steinmuster, durch zwei Schaftgruppen und zwei Trittgruppen gebildet, werden weniger mannigfach sein, als die dreitheiligen, von welchen Fig. 5458 ein Beispiel gab, und diese minder mannigfach als die viertheiligen. Die Vorrichtung der Webstühle sowohl als das Weben erfordern viel Aufmerksamkeit und doch sind die so erzielbaren Muster von demselben Grundcharakter, da sie stets aus rechteckigen Formen gebildet sind.

Fig. 5458.



Dreitheiliges Steinmuster.

Zur Herstellung eines Musters, welches über zahlreiche Ketten- und Schussfäden geht, ja selbst ohne Wiederholung die ganze Breite des Zeuges einnehmen kann, bedient man sich jetzt allgemein der Jacquard-Maschine. Das Wesen dieser geistvollen Erfindung C. M. Jacquards*) wird aus dem Folgenden klar werden.

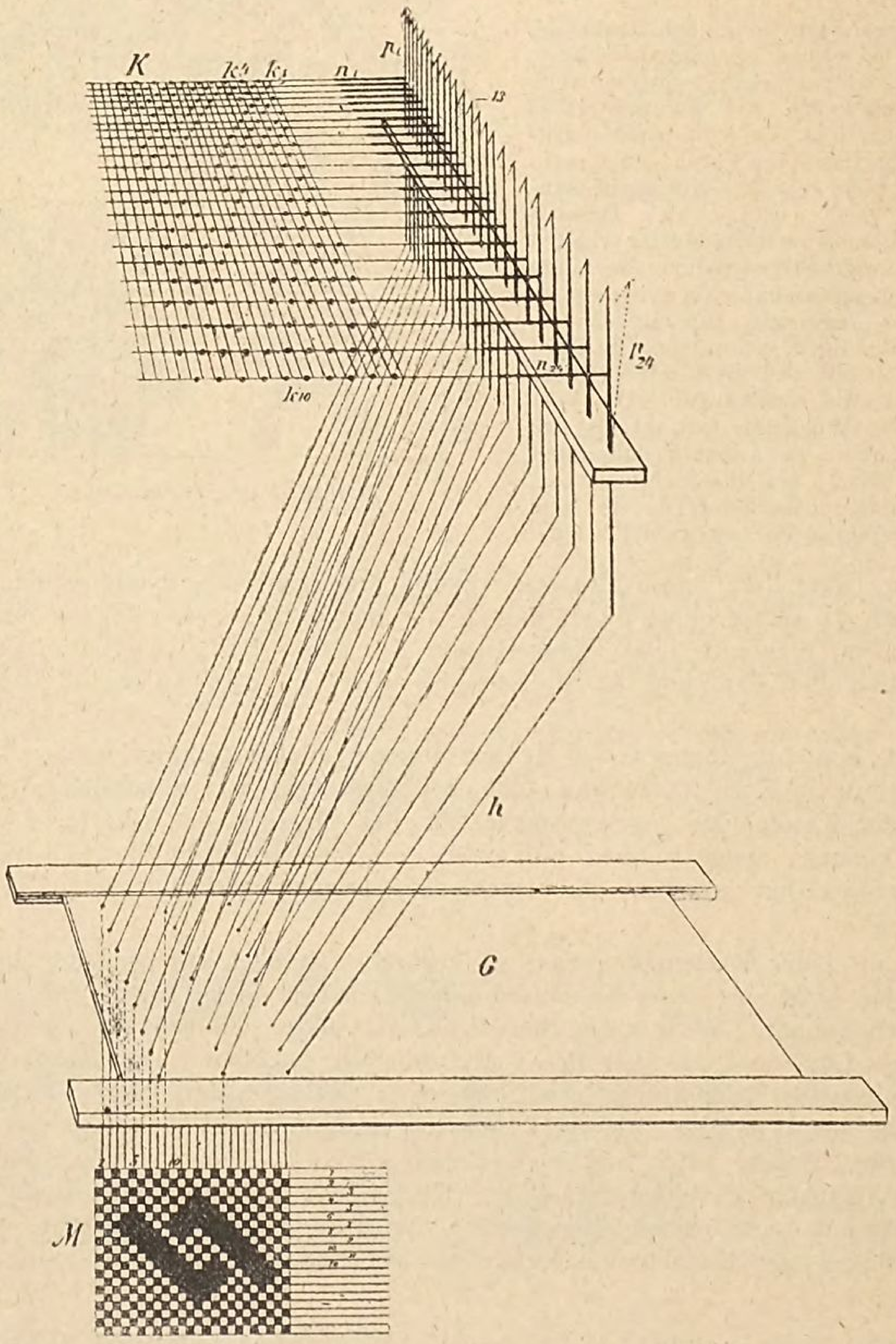
Soll ein vollkommen freies Muster, also ein solches gebildet werden, welches über sämmtliche Kettenfäden und eine beliebige Zahl von Schussfäden geht, so muss jeder Kettenfaden nach Anforderung des Musters in's Oberfach gebracht werden können; auch müssen so viele verschiedene Fachbildungen der Reihe nach bewerkstelligt werden, als verschiedene Lagen von Schussfäden im Muster vorkommen.

Damit jeder Kettenfaden nach Erforderniss gehoben werden kann, hat jeder Kettenfaden nicht nur seine besondere Litze, sondern diese hängt auch an einer besonderen Schnur. Wird diese Schnur, der Heber, gehoben, so wird auch die zugehörige Litze und der betreffende Kettenfaden gehoben. Der Heber ist entweder unmittelbar oder durch Vermittlung einer zweiten Schnur, Korde, Platinenschnur, an den Hebehacken, Platine, geknüpft. Durch Hebung der Platine wird Korde, Heber, Litze und Kettenfaden gehoben. Die Platinen, deren Zahl bei freiem Muster gleich der Zahl der Kettenfäden ist, stehen in Reihen, jede Platine ist mit einer horizontalen Nadel derart in Beziehung gebracht, dass ein Zurückdrücken der Nadel ein Schiefstellen der Platine bewirkt, wie dies in dem

*) Charles Marie Jacquard in Lyon erfand 1805 die Jacquard-Maschine und verdrängte durch sie alle früheren, zur Herstellung einigermassen zusammengesetzter Muster verwendeten Anordnungen als den Kegelstuhl, den Zampelstuhl, den Trommelstuhl, die Leinwandmaschine u. a., über welche sich kurze Mittheilungen auf pag. 478 finden, auch kann hierüber im Handbuch der mechanischen Technologie von Karmarsch (5. Aufl. von Hartig) Hannover 1876 pag. 953—960 nachgelesen werden. Als Specialschrift ist sehr zu empfehlen: F. Kohl, die Geschichte der Jacquardmaschine, Berlin 1873, in welcher sich ein hochinteressanter Abriss der Schicksale Jacquards und eine eingehende Darstellung der Entwicklung der Jacquardmaschine und der modernen Verbesserungen derselben findet.

untenstehenden Schema bei einer Platine punktirt angedeutet ist. Unter den Platinenhaken liegt ein horizontales Lineal, Messer, und wird dasselbe lothrecht gehoben, so hebt es sämmtliche Platinen, welche nicht zurückgedrückt sind, geht hingegen an den zurückgedrückten vorüber. Nachdem nun die Nadeln das Zurückdrücken der Platinen besorgen, so umwandelt sich die Aufgabe der Hebung be-

Fig. 5459.



Schematische Darstellung der Beziehung des Musters zu den Karten der Jacquardmaschine.

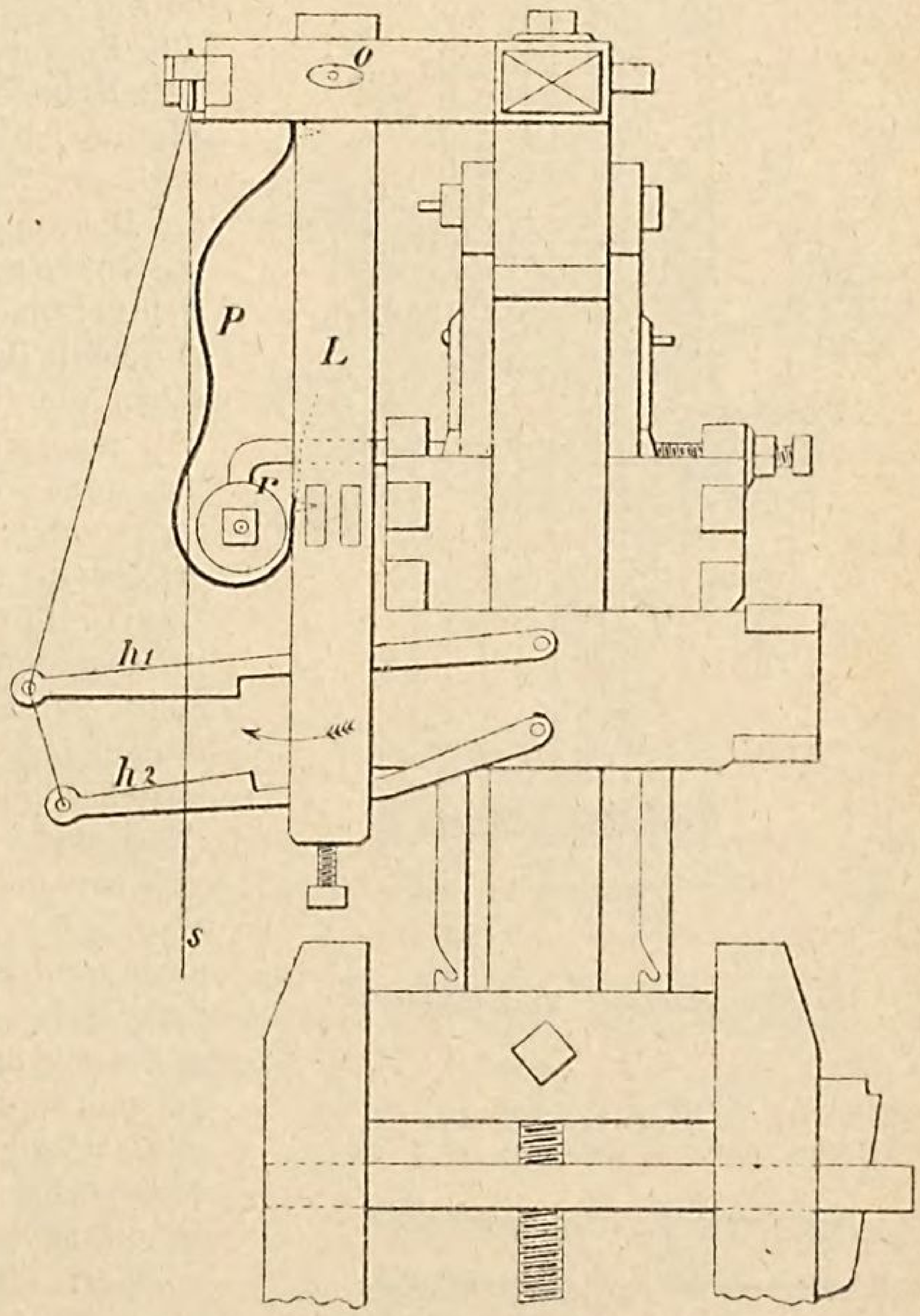
liebiger Kettenfäden oder ihrer Platinen, in ein Nichtzurückdrücken der zugehörigen Nadeln, hingegen in ein Zurückdrücken jener Nadeln, deren Platinen, bezw. Kettenfäden nicht gehoben werden sollen.

Die Nadelenden stehen alle in einer (oder mehreren) geraden Linie und würde man gegen dieselben eine Leiste drücken, so würde man sie alle zurück-

schieben, alle Platinen schiefstellen und beim Heben des Messers keine Platine, keinen Kettenfaden heben. Würde man hingegen eine Leiste verwenden, welche mit so vielen Löchern in zutreffenden Abständen versehen wäre, als Nadeln vorhanden sind, so würden die Nadeln bei der Bewegung der Leiste gegen sie, in die Leisten-Löcher eintreten und nicht zurückgedrückt. Das aufsteigende Messer würde alle Platinen heben.

Keinen dieser beiden Fälle kann man brauchen. Denkt man sich jedoch auf die gelochte Leiste ein Kartenblatt aufgelegt, welches gewisse Löcher der Leiste verschliesst, andere offen lässt, weil es an entsprechender Stelle selbst ein Loch besitzt, so wird nun die mit dem Kartenblatte versehene Leiste beim Andrücken an die Nadelenden gewisse Nadeln und daher Platinen zurückdrücken, andere nicht und es wird beim Heben des Messers durch Erfassen und Heben der nicht zurückgedrückten Platinen ein Fach entstehen, welches abhängig ist von dem angewendeten Kartenblatte.

Fig. 5460.



Seitenansicht der Jacquard-Maschine.

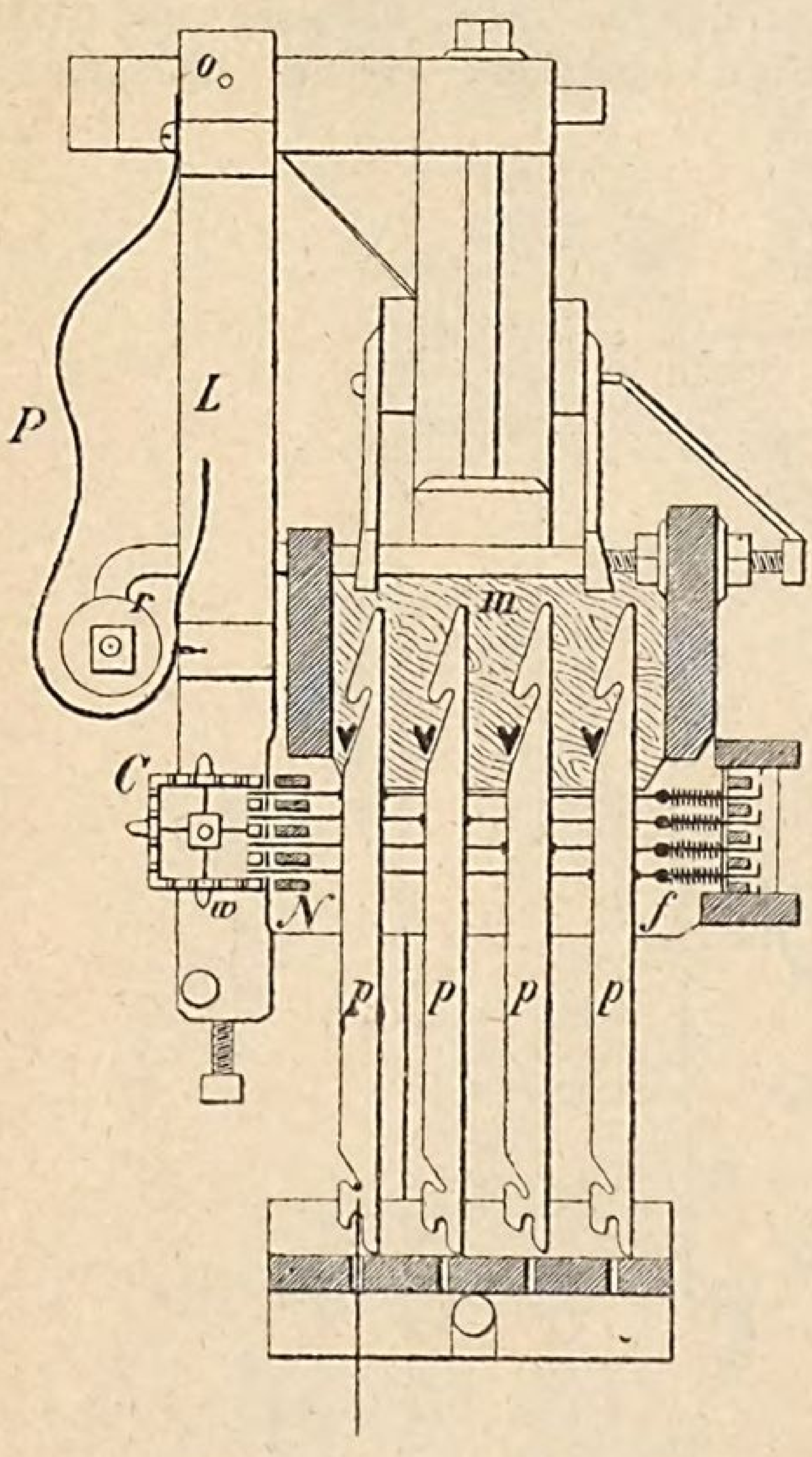
Bedeutet in unserer Figur *M* das Muster, welches gewebt werden soll, so ersieht man aus demselben, dass die ersten drei Schüsse Leinwandbindung aufweisen; dieser entsprechend müssen die ersten drei Karten für jede zweite Nadel ein Loch besitzen, wie dies oben in der Figur für die erste Karte k_1 u. s. w. angedeutet ist. Beim 4. Schuss liegt der 12. 13. und 14. Kettenfaden oben, wenn der Stoff aber gewendet (die rechte Seite unten) am Jacquardstuhl entsteht, so dürfen diese Kettenfäden nicht gehoben werden, demnach müssen ihre Platinen zurückgedrückt, daher auch die Nadeln zurückgedrückt werden, was durch die Karte k_4 zu geschehen hat, welche bei Nadel 12, 13, 14 kein Loch aufweisen darf. Der Vergleich des Musters *M* mit den Karten *K* zeigt die Beziehung zwischen beiden und es wird dem Leser klar geworden sein, dass der Jacquardstuhl so viele Platinen besitzen muss, als verschiedene Lagen von Kettenfäden und so viele Karten, als verschiedene Lagen von Schussfäden im Muster vorkommen.

Die mechanische Lösung der Aufgabe könnte wohl sehr verschieden erfolgen, sie ist aber von Jacquard durch so einfache Mittel erzielt worden, dass die nachfolgenden Verbesserungen unwesentliche sind. Die mechanische Lösung erzielte Jacquard derart, dass von einem einzigen Tritte aus sowohl das Heben

des, bezw. der Messer, als die Einwirkung der Karten auf die Nadeln besorgt wird, so dass der Arbeiter nur einen Tritt zu treten und den Schussfaden einzuschiessen hat. Natürlich wurde in der Folge, als die mechanische Weberei, d. i. jene, bei welcher der Webstuhl (Kraftstuhl) von der Transmission aus mittelst Riemen bethätigt wird, die Jacquard-Maschine auch auf Kraftstühle angewendet, sie selbst aber blieb in ziemlich unveränderter Grundform.

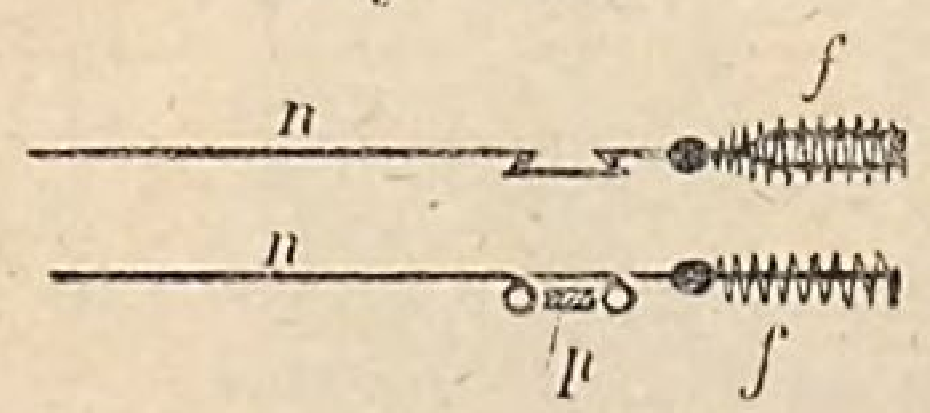
Die Jacquardmaschine ist in der Seitenansicht in Fig. 5460, im Schnitt in Fig. 5461, in der Vorderansicht in Fig. 5465 dargestellt, sie befindet sich über dem Webstuhle und steht mit demselben durch die Korden und Heber in Verbindung, wird auch gewöhnlich durch Säulen getragen, welche einen Theil des Webstuhlgerüstes bilden. Die Platinen *p* stehen gewöhnlich in mehreren Reihen, in unserem Falle in vier; in jeder Reihe steht eine grössere Zahl derselben, sagen wir 50. Daher wären 200 Platinen (4 × 50) vorhanden, wir hätten eine Zweihundertermaschine. Jede Platine ist durch eine Nadel umgriffen (vgl. Fig. 5462) und jede Nadel ist in den Bohrungen zweier Wände des Nadelkastens so gelagert, dass sie ihrer Längsrichtung nach verschoben werden kann. Durch die Bohrungen des Nadelbrettes *N* sehen die Enden der Nadeln vor, und will man sie zurückdrücken, so muss man den Widerstand der Federn *f* überwinden. Durch vom Fusstritt aus erfolgende Bethätigung des Hebels *H* (Fig. 5465) wird der Messerkasten *m* gehoben und alle jene Platinen, welche nicht zurückgedrückt waren, werden mitgehoben. Beim Hub des Messerkastens steigt auch die Rolle *r* in die Höhe und, nachdem die Platinen, soweit sie normal standen, von den Messern bereits ergriffen und die Messer auch an den zurückgedrückten Platinen vorbeigehoben wurden, stösst diese Rolle an die gekrümmte Eisenschiene *P*, Presse genannt und bewirkt hierdurch ein Auswärtsschwingen der Lade (Presse) *L*, welche bei *o* ihre Drehachse besitzt. In dieser Lade befindet sich drehbar gelagert ein vierseitiges Prisma, der sogenannte Cylinder *C*, dessen vier Seitenflächen mit so vielen Bohrungen versehen sind, als Nadeln durch das Nadelbrett gehen. Die Löcher im Prisma („Cylinder") fallen mit den Nadelstellungen zusammen, so dass (Fig. 5461) die Nadelenden ungehindert in die Prismalöcher eintreten können, wenn keine Karte auf dem „Cylinder" liegt. Eine entsprechend gelochte Karte wird gewisse Löcher des Cylinders decken, andere frei lassen, und dann wird der gegen das Nadelbrett gedrückte Cylinder gewisse Nadeln und ihre Platinen zurückdrücken, andere nicht (Fig. 5463). Die zurückgedrückten Platinen werden dann beim Hub des Messerkastens nicht erfasst (Fig. 5464). Indem nun die

Fig. 5461.



Jacquardmaschine, Verticalschnitt.

Fig. 5462.



Rolle r die Lade L zwingt, in der Richtung des Pfeiles zu schwingen (Fig. 5460), so stösst hierbei die am Ende des Cylinders angebrachte Laterne l an den Wendehacken oder Hund h_1 (vgl. Fig. 5460 und 5465) und es erfolgt eine Drehung des Cylinders, wodurch eine neue Karte, entsprechend dem nächsten Schuss, auf die dem Nadelbrett zugekehrte Cylinderseite gelangt.

Fig. 5463.

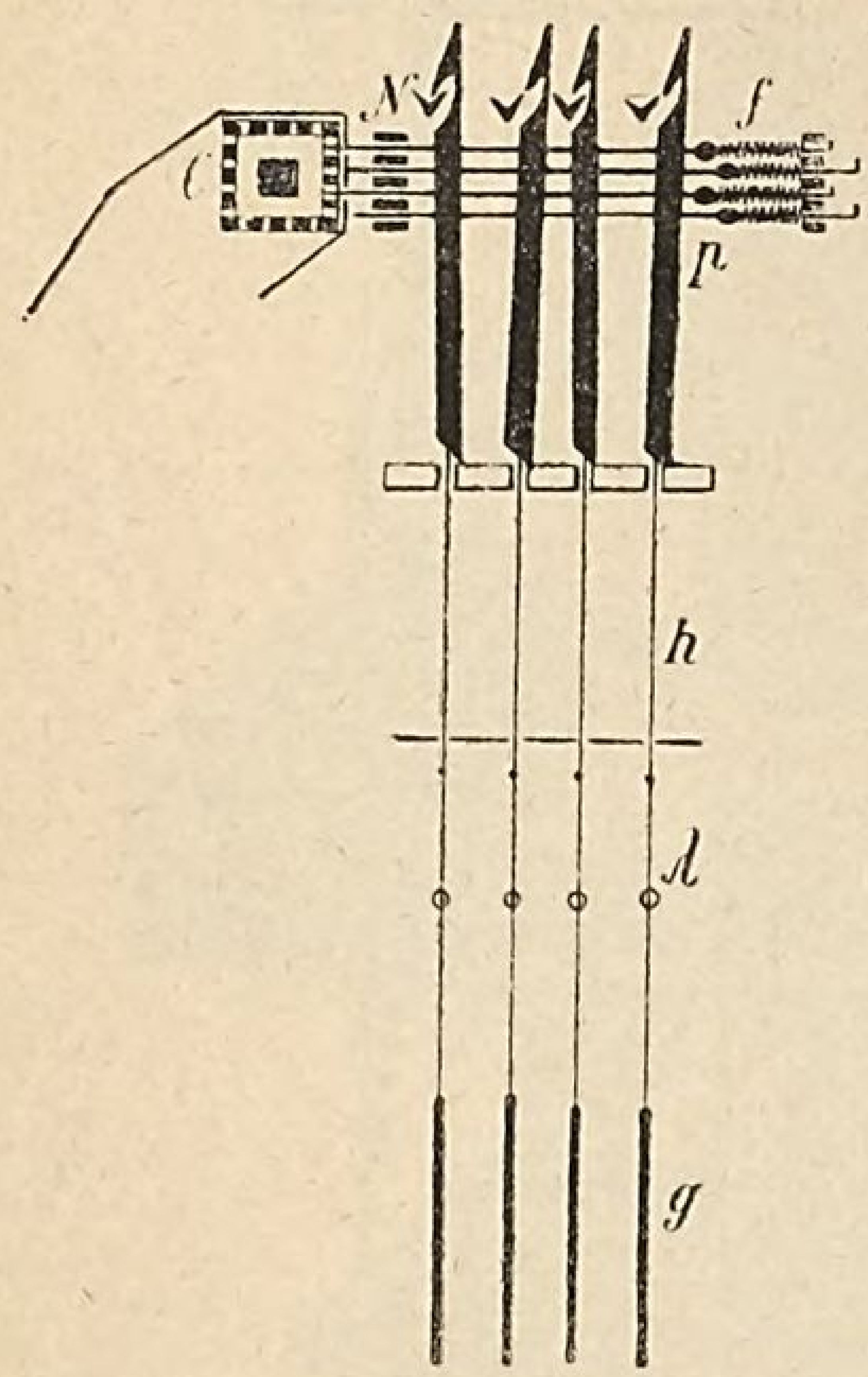
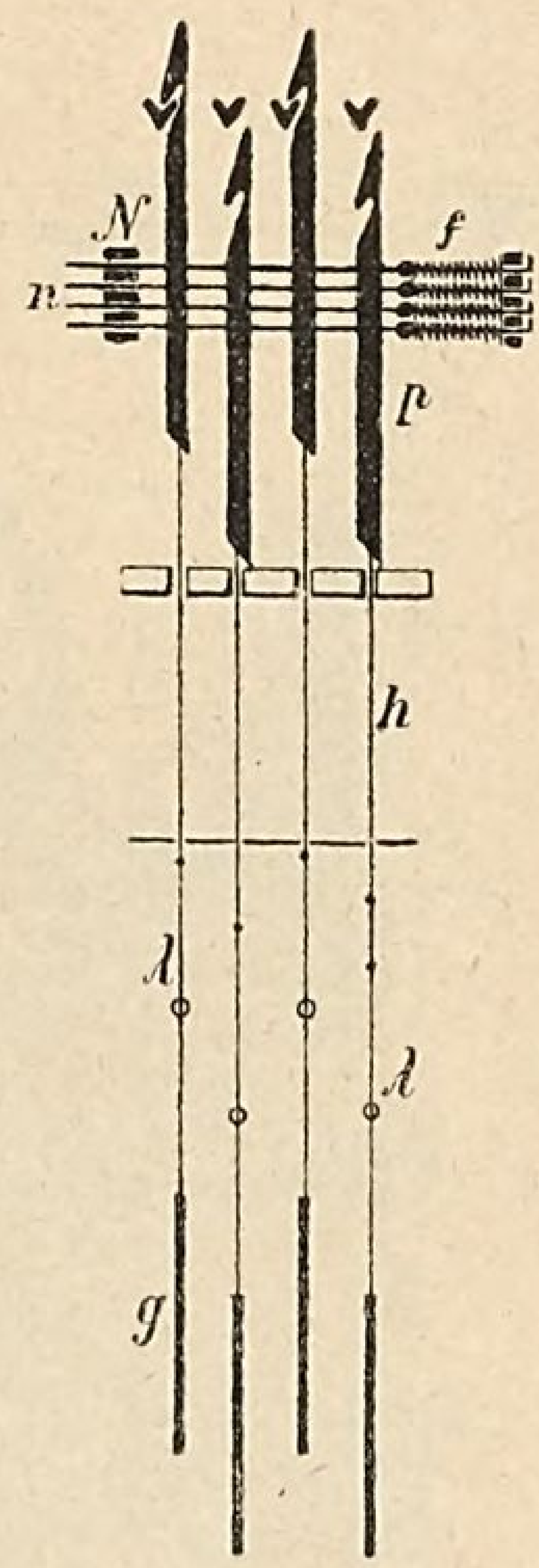


Fig. 5464.



λ Litzen, g Bleigewichte, h Heber, p Platinen, f Federn, N Nadelbrett, C Cylinder.

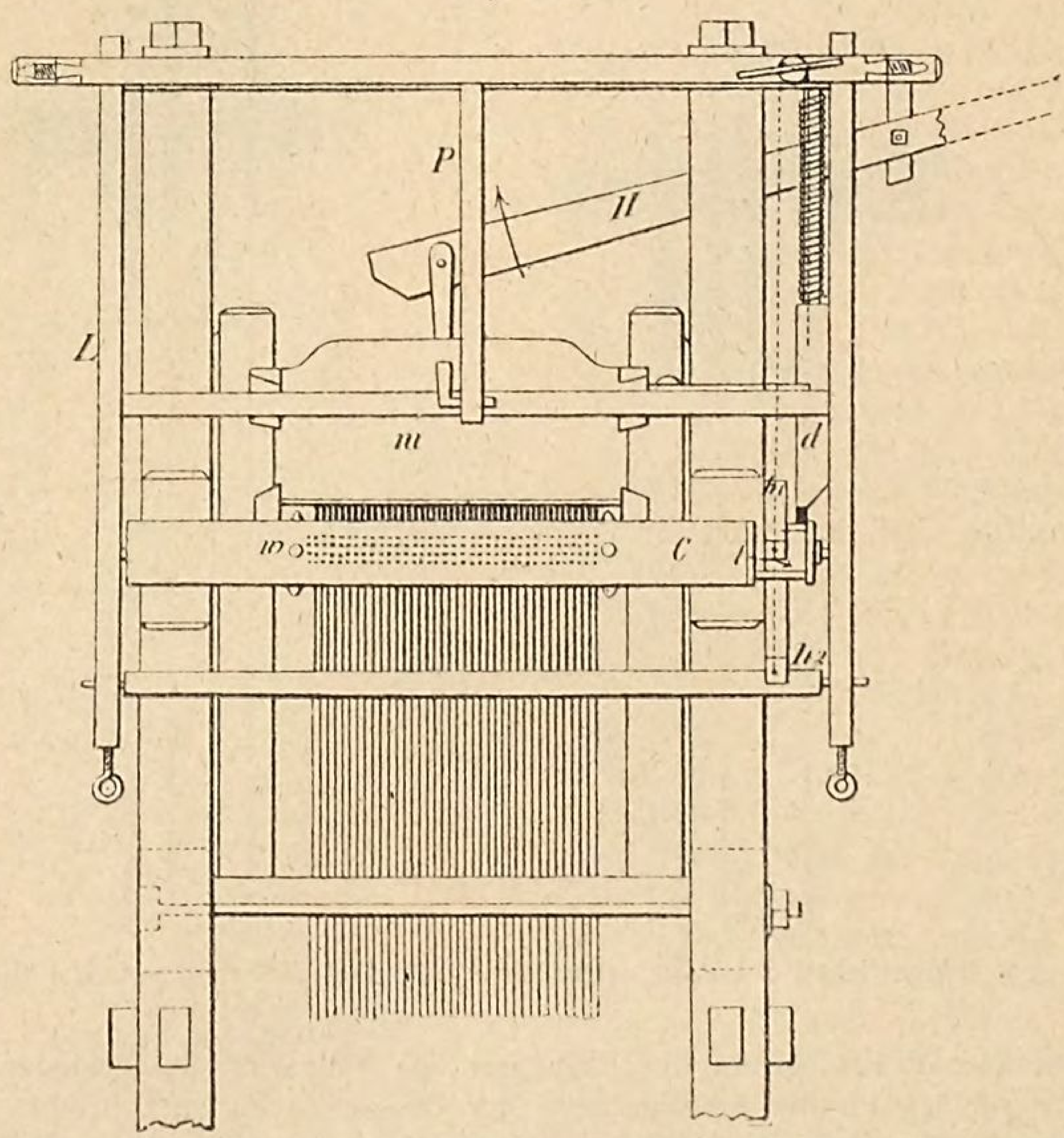
Lässt der Weber hierauf den Tritt frei, so fällt der Messerkasten nieder, die Rolle r schlägt an der inneren Seite der Presse P an und treibt dadurch die Lade L mit dem Cylinder kräftig gegen das Nadelbrett, wodurch entsprechend der neu zur Wirkung gelangten Karte auch die Einstellung der Platinen neu erfolgt. Damit bei jeder Drehung des Cylinders eine neue Karte aufgelegt wird, sind sämmtliche Karten zu einer endlosen Kette vereinigt und jede Karte hat rechts und links ein grösseres Loch, mit welchem das Auflegen auf die Warzen w Fig. 5465 am Cylinder erfolgt, wodurch zugleich das richtige Zusammentreffen der Löcher in Cylinder und Karte erzielt wird.

Die Drehung des Cylinders durch Hund und Laterne würde nicht genau um 90° erfolgen; um dies sicher zu erreichen, ist der in Fig. 5465 gezeichnete elastische Drucker d (auch Presse genannt) vorhanden, welcher sich mit seinem unteren ⊥-förmigen Ende auf die beiden oberen Laternendrähte legt (vergl. Fig. 5465 und 5466) und hiedurch stets die genaue Drehung um einen rechten Winkel vermittelt.

Sämmtliche mit den Litzen λ (Fig. 5463) verbundene Heber und sämmtliche Platinenschnüre oder Korden bilden zusammen den Harnisch. Damit alle diese Schnüre stets gehörig gespannt sind, hängt an jeder Litze ein Gewichtchen, Eisendraht g, Fig. 5463 u. 5464. Um diese Figuren auf einen kleineren Raum zu bringen, erscheinen in denselben die Heber h sehr verkürzt, deren Verlängerung, die Korden, sind weggelassen.

In Fig. 5460 ist ausser dem Hunde h_1 ein verkehrt gestellter Hund h_2 gezeichnet. Zieht man an der Schnur s, so kann man h_1 ausheben und h_2 zur Wirkung bringen, wodurch die entgegengesetzte Drehung des Cylinders erzielt wird, wovon einerseits dann Gebrauch gemacht wird, wenn man zum Zwecke der Herstellung eines symmetrischen Musters eine Anzahl Schussfäden in verkehrter Aufeinanderfolge erhalten will, anderseits dann, wenn in Folge eines Webefehlers oder Reissen des Schussfadens ein Aufweben erforderlich ist.

Fig. 5465.



Jacquard-Maschine, Vorderansicht.

Fig. 5466.

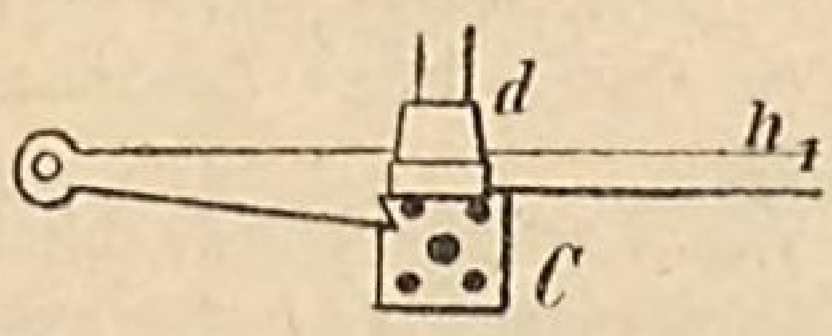
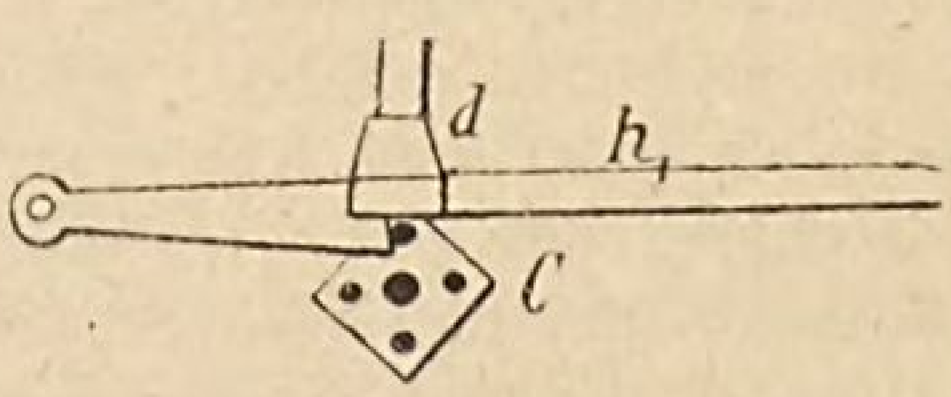


Fig. 5467.

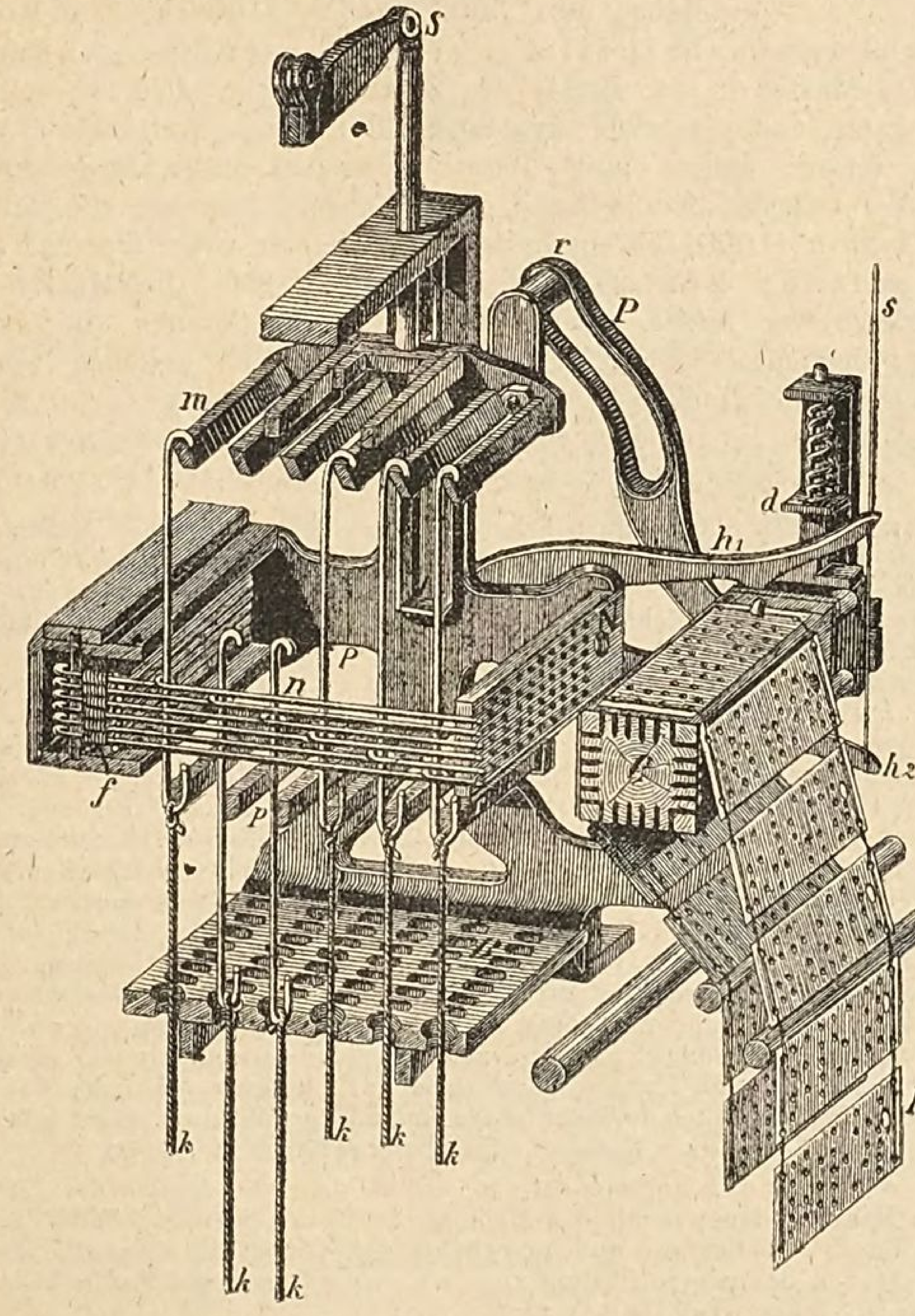


Die Figuren 5460—5465 stellten eine vorwaltend in Holz ausgeführte Jacquard-Maschine mit herzförmigen, hölzernen Messern dar; in neuerer Zeit verwendet man jedoch meist Eisen als Materiale und wird nur der Cylinder gewöhnlich in Holz ausgeführt. Eiserne Platinen und eiserne Messer gestatten eine viel engere Theilung, obwohl man auch in Holz Maschinen mit 2000 Platinen ausgeführt hat. Eine gute perspektivische Darstellung einer in Eisen ausgeführten Jacquardmaschine sei dem Lehrbuch der mechanischen Technologie von D. Grothe*)

*) Gorinchem, Verl. v. J. Noorduyn u. Sohn 1874.

entnommen und in Fig. 5468 wiedergegeben. Es ist der vordere Theil der Maschine weggeschnitten gedacht. Die übereinstimmenden Buchstaben sind auch hier angewendet und bezeichnen *p* die Platinen, *n* die Nadeln, *f* die auf die

Fig. 5468.



Jacquard-Maschine, Construction in Eisen.

Nadeln wirkenden Federn, *k* die Korden, *B* das Platinenbrett, *N* das Nadelbrett, *K* die Karten, *C* den Cylinder, h_1 h_2 die Hunde, *m* die Messer, *S* ist die den Messerkasten (Rahmen) hebende Stange, deren zweite sich vorne in dem weggeschnittenen Theile befindet, *r* entspricht der früher erwähnten Rolle, *P* der Eisenschiene, Presse genannt, *d* ist der Drücker, welcher die genaue Drehung des Cylinders um 90⁰ vermittelt.

Muster, welche vollkommen frei über die ganze Breite des Gewebes gehen, kommen weit seltener vor als solche, welche sich mehrmals in der Breite und oftmals in der Länge des Gewebes wiederholen. Findet eine *n*-malige Wiederholung des Musters in der Breite des Gewebes statt, dann können je *n* Heber an eine Korde geknüpft werden. Betrüge z. B. die Zahl der verschiedenen Lagen der Kettenfäden im Muster 300, die Zahl aller Kettenfäden des herzustellenden Zeuges 2100, dann kann sich das Muster 7male in der Breite

des Stoffes wiederholen und je 7 Heber werden an eine Korde geknüpft und von einer Platine gehoben.

Alle Heber bilden 7 Gruppen à 300, das Harnisch- oder Gallirbrett *G*, Fig. 5459, ist mit 2100 Löchern versehen, welche man sich gleichfalls in 7 Gruppen à 300 eingetheilt denken kann. Die Heber 1, 301, 601, 901 1801 gehen zusammen zur 1. Korde, die Heber 2, 302, 602 1802 zur 2. Korde die Heber 300, 600, 900 ... 2100 zur 300. Korde. Diese Eintheilung nennt man mehrtheilige, gleichlaufende Schnürung. Wiederholt sich das Muster in der Breite des Gewebes zwar nicht, ist es aber symmetrisch, so kann man je zwei symmetrisch liegende Kettenfäden durch eine Platine heben lassen, indem man deren Heber an eine Korde knüpft. Bei 2000 Kettenfäden würde man ebenso viele Heber, aber nur die halbe Anzahl Korden und Platinen (1000) nöthig haben, wir haben hier die eintheilige, zusammenlaufende Schnürung. Wiederholt sich das Muster mehrmals und ist es zugleich der Breite nach symmetrisch, so können die symmetrisch und gleichartig liegenden Kettenfäden durch eine Platine gehoben werden. Bei 2100 Kettenfäden und 7facher Wiederholung würde man nur 150 Korden und Platinen nöthig haben. Es ist dies eine mehrtheilige zusammenlaufende Schnürung. Statt Schnürung wird sehr oft das Wort Gallirung gebraucht.

Ein Muster, welches 500 Platinen erfordert, lässt sich mit einer Maschine mit 400 oder 600 Platinen häufig nicht vortheilhaft herstellen und ist eine Musterweberei daher gezwungen, Jacquardstühle mit sehr verschiedener Platinenzahl zu besitzen; wenn auch durch sinngemässe Umwandlung der Zeichnung sich mit kleinerer oder grösserer Platinenzahl ein sehr ähnlicher Effect erzielen lässt.

Es kommen häufig Stoffe vor, bei welchen in einem glatten Grundgewebe die Figuren, oft brochirte Muster (s. unten), vertheilt sind, derart, dass längere Stoffstreifen nur den Grund, welcher mit wenigen Schäften hergestellt werden könnte, aufweisen. In diesen Fällen wendet man oft eine Verbindung des Harnisches mit Schäften (Vorderwerk) an, d. h. man bringt die Schäfte vor dem Harnische an und lässt dieselben entweder durch Tritte oder durch einen besonderen kleinen Cylinder und specielle Platinen bewegen. Für die Herstellung leinwandartigen Grundes braucht man kein Vorderwerk, sondern kann mit zwei Karten, welche abwechselnd zur Wirkung gebracht werden, diesen Zweck erreichen, wenn man auf den Cylinder bald den einen, bald den anderen Hund einwirken lässt. Zu diesem Zwecke wird mit der Presse (Lade) ein Arm verbunden, welcher auf eine Laterne als Wendehaken einwirkt, die an einem festen Bolzen des Gestelles drehbar aufgesteckt ist. Die Achse dieser Laterne trägt um 180° versetzt zwei Zapfen, welche auf einen Hebel einwirken, u. zw. wird dieser Hebel bei einer vollen Umdrehung der Laterne zweimal gehoben und zweimal sinken gelassen. Der Hub des Hebels hebt beide Hunde, macht daher den unteren wirksam; das Sinken des Hebels macht beide Hunde sinken und der obere kommt zur Wirkung. Hebt man durch eine Schnur den Arm aus, so ist dieser Nebenapparat ausser Thätigkeit gesetzt.

Wird ein Vorderwerk angewendet, so macht man die Augen der Litzen in den Schäften und im Harnisch lang, damit der Hebung der Kettenfäden von Seite des Harnisches kein Hinderniss durch die Schäfte und umgekehrt geboten wird. Geht die Bewegung des Vorderwerkes nicht von besonderen Tritten aus, so wendet man mit Vortheil der Kartenersparniss wegen einen Doppelcylinder an.

Beide Cylinder drehen sich lose auf gemeinsamer Achse, jeder derselben kann durch Hunde wie gewöhnlich bewegt werden, doch lassen die Hunde auch eine Mittelstellung zu, derart, dass sie nicht einwirken. Ferner gestattet der Mechanismus eine Verstellung der Messer derart, dass sie die Platinen nicht ergreifen. Hierdurch ist man in der Lage, mit dem kleinen Cylinder nur auf das Vorderwerk oder Vordergeschirr zu wirken oder mit dem grossen Cylinder nur auf den Harnisch*). Für das Weben des Grundes mit dem kleinen Cylinder kann man noch Karten sparen, wenn man das Nadelbrett vertical verschiebbar macht und dem kleinen Cylinder ebensoviel Lochreihen gibt, wie dem grösseren, die Platinen jedoch nur in halb so viel Reihen aufstellt. Stellt man sich die Trittfolge für die Hervorbringung einer, in einem Grundgewebe sich wiederholenden Figur vor, und sei gerade der letzte Figurschuss gemacht, so folgt Grundschuss. Für diesen bildet der kleine Cylinder mit dem Vordergeschirr das Fach, während die Platinen für die Musterbildung nicht gehoben werden dürfen. Statt nun hierzu eine ungelochte Karte zu benützen, welche alle Nadeln der Musterplatinen zurückzudrücken hätte, verstellt man die Messer derselben so durch Drehung, dass sie beim Hub des Messerkastens an den Musterplatinen frei vorüberstreichen.

Ein kurz angedeutetes Beispiel mag das Ganze noch mehr aufklären.

*) Genaue Beschreibung findet sich in Kick und Rusch, Fortschritte der Spinnerei-Mechanik, Wien 1868 und in Kohl, Geschichte der Jacquardmaschine.

Es sei ein Muster zu weben, wo nach 100 Grundschussfäden — 8bindiger Atlas — ein lancirter Dessin (s. pag. 479) derart beginne, dass er durch 300 Dessinschüsse fortgesetzt werde; nach jedem dritten solchen Schusse sei ein Grundschuss — aber 16bindiger Atlas — zu geben.

Die Arbeit theilt sich also ein in jene:

I. des eigentlichen Grundes — 8bindiger Atlas —,

II. der Dessinbildung { *a*) Figurbildung.
b) Grundbildung — 16bind. Atlas —.

Es muss somit während der Periode:

I. { der grosse Cylinder ruhig verbleiben, dagegen:
„ kleine „ 100 Vierteldrehungen machen;

und während der Periode

II. { *a*) { der grosse Cylinder sich dreimal (um 90°) drehen und
„ kleine „ ruhen;
b) { „ grosse „ in Ruhe verbleiben, aber
„ kleine „ eine Vierteldrehung machen.

Die bezeichneten Perioden fallen für die Drehung der Cylinder um einen Tritt früher ein als jene für den Schuss, indem schon vor dessen Eintrag die Stellung der Platinen gerichtet sein muss. Dadurch ändert sich aber nichts an der obigen Aufstellung.

Für die Periode I bleibt das Nadelbrett unverändert, indem die dieser Stellung der Nadeln entsprechende Lochung den 8bündigen Atlas gibt; dagegen wird für die Periode II, jene Schnur dauernd gespannt, welche das kleine Nadelbrett hebt, da die zweite Lochung für den 16bindigen Atlas vorgerichtet ist. Dabei sei erwähnt, dass das Abziehen dieser Schnur vor dem letzten Tritt der Periode I, also bei anliegender Lade am Nadelbrett, erfolgen kann, indem eine Feder die Verschiebung des Nadelbrettes sofort nach dem Entfernen des kleinen Cylinders eintreten lässt. Die dann anschlagende Lade findet die Nadeln in der für die nun beginnende Periode II angegebenen Höhe. Man erspart dadurch, weil auf jeden dritten Dessinschuss ein Grundschuss — 16bindiger Atlas — zu kommen hat, $\frac{300}{3} = 100$ Karten und die Arbeit der Umwechslung der Kartenkette bei jedem Wechsel der obigen Arbeitsperioden.

Bei der Jacquard-Maschine wird nur ein Oberfach gebildet; man kann jedoch ein vollständiges oder doppeltes Fach dadurch erzielen, dass man das Platinenbrett, auf welchem die durch die Messer nicht gehobenen Platinen aufstehen, senkt, u. zw. soll die Senkung gleich dem Hube der von den Messern erfassten Platinen sein. Ist ein Vordergeschirr vorhanden, so lässt sich die Anordnung so treffen, dass gewisse Platinen ein Heben der Schäfte andere ein Sinken bewirken, obwohl die Platinen sämmtlich nur gehoben werden.*)

Man setzt den Jacquard-Maschinen einige Reserveplatinen bei, welche bei einem Schadhaftwerden der Haken oder Federn herangezogen werden, und beträgt deren Zahl bei den Jacquard-Maschinen mit weiterer Theilung, den Grobstich-Maschinen, 2 Proc. bei jenen mit engerer Theilung, den Feinstich-Maschinen, 10 Proc. und mehr derjenigen Platinenzahl, nach welcher die Maschine eine 200er, 500er, 800er etc. genannt wird.

Die Herstellung der Karten und die Kartenschlagmaschinen. Die vollkommensten Kartenschlagmaschinen sind jene, bei welchen auf einen Schlag sämmtliche Löcher einer Karte hergestellt werden. Dem Gebrauche dieser Maschinen geht das sog. Leviren, Einlesen *(lisage — reading)* voraus, eine Arbeit, bei welcher an einem Rahmen so viele Schnüre vertical ausgespannt sind, als die Jacquard-Maschine, für welche levirt wird, Platinen besitzt. Jede Schnur entspricht daher auch einem bestimmten Kettenfaden des Musters.

Die Arbeiterinen, welche vor dem Levirrahmen stehen oder sitzen, haben die Musterzeichnung vor sich und derselben entsprechend, mit der ersten Figurzeile beginnend, werden jene Schnüre vorgenommen, deren Kettenfäden im Dessin mit Farbe bezeichnet sind. Durch Einschieben einer horizontal laufenden Schnur werden die vorgenommenen Schnüre zunächst in dieser Lage festgehalten. Bei der nächsten Musterzeile wird ebenso vorgegangen und wieder eine Horizontalschnur eingezogen u. s. w. Zeile für Zeile durch das ganze Muster. Da diese Arbeit

*) Karmarsch's mechanische Technologie 5. Aufl. (pag. 964—970) von Hartig, Hannover 1876 enthält zahlreiche Literaturhinweisungen bezüglich dieser und anderer kleiner Abänderungen der Jacquard-Maschine. — Jacquardstühle, bei welchen die Karten durch endlose Papierstreifen ersetzt sind, baut Jules Verdol & Co. in Paris.

auch so durchgeführt wird, dass ein Arbeiter von der Patrone Auge für Auge*) und Zeile für Zeile abliest, ob die Schnur „genommen“ oder „gelassen“ wird, während ein zweiter Arbeiter die nöthigen Griffe ausführt, so erklärt sich aus diesem Lesen die Benennung einlesen (*lire — reading*). Die Kartenschlagmaschine, welche einige Aehnlichkeit mit der Jacquardmaschine selbst aufweist, besitzt so viele Ausschlagstempel und in solcher Anordnung, dass für jedes Loch im Cylinder der Jacquardmaschine ein Stempel in entsprechender Stellung vorhanden ist. Gegen alle diese Stempel wirkt eine gelochte Stahlplatte (Matrize), auf welche die zu lochende Karte gelegt wird. Jeder Stempel stützt sich gegen ein Blech, Platte, deren so viele vorhanden sind, als Stempel. Jede Platte kann durch eine Schnur gehoben werden und durch die Hebung kommt ein Ausschnitt der Platte gegen ihren Stempel, wodurch derselbe die Stütze verliert und beim Anschlag der Matrize durch die Karte zurückgeschoben werden kann, ohne selbe zu lochen. Werden nun die Schnüre des Levirrahmens mit den Plattenschnüren entsprechend verbunden, so können jeder Musterzeile entsprechend durch Anziehen der genommenen Schnüre die richtigen Platten gehoben, daher deren Stempel ausser Wirkung gesetzt werden**). In jenen Anstalten, welche die Karten fabriksmässig für die Webereien herstellen, werden auch Karten-Copirmaschinen verwendet, bei welchen das Heben der vorerwähnten die Stempel stützenden Platten durch die Wirkung der Platinen einer Jacquardmaschine erfolgt, welche auf die Kartenschlagmaschine gesetzt ist und über welche die zu copirende Kartenkette in ganz gleicher Weise läuft, wie dies sonst am Webstuhle der Fall ist.

In Webereien, welche sich die Karten selbst herstellen wollen, finden häufig einfachere Kartenschlagmaschinen Anwendung, welche in den einzelnen Karten die Löcher nach Querreihen herstellen. Die Matrize liegt bei diesen Maschinen gewöhnlich horizontal und lässt sich ruckweise durch einen Schaltmechanismus um die Theilung (Abstand der Querreihen) bewegen. Ueber der Matrize stehen in einem vertical beweglichen Rahmen eine Reihe von Stempeln (z. B. 10), welche beim Niedergang des Rahmens sämmtlich auf die auf der Matrize liegende Karte treffen, von welcher sie jedoch anstandslos gehoben werden, wenn nicht über denselben Riegel oder Hebel gebracht sind, welche den Stempelhub verhindern und das Lochen erzwingen. Jeder Stempel hat seinen Riegel. Diese Riegel oder Hebel können durch Schnüre oder mittelst einer Claviatur bethätigt (eingestellt) werden, auch die Mechanismen hierfür können mannigfach sein.

Der Arbeiter, welcher die Riegelschnüre zieht oder die Claviatur bethätigt, hat dies ebenfalls nach dem Muster zu thun. Die ersten 10 Augen der ersten Musterzeile gelten für die erste Querreihe der ersten Karte, die zweiten 10 Augen für die zweite Querreihe u. s. w., wenn 10 Lochlängsreihen in den Karten bezw. 10 Stempel an der Maschine vorhanden sind. Der zweiten Musterzeile entspricht die zweite Karte u. s. w. Kartenschlagmaschinen bauen Rupert Wimmer in Wien, Kaiserstrasse 20, David Bürkle in Laichingen (Württemberg), August Fuhrmann in Berlin, Josef Habel in Reichenberg u. A.

Die Vorläufer der Jacquard-Maschine seien nur mit wenigen Worten besprochen. Zur Herstellung complicirter Muster verwendete man vor Jacquards Erfindung Handarbeit am sog. Zugstuhle. Diese war einerseits übereinstimmend mit dem jetzt zur Erzeugung der Karten noch gebräuchlichen Leviren (pag. 477), andererseits diente am Zugstuhl der Zug zum Heben der Kettenfäden in ähnlicher Weise wie er jetzt bei der Kartenschlagmaschine zur Herstellung der Karten dient. Für die Herstellung eines gemusterten Stoffes hatte man ungefähr dieselbe Mühe, welche jetzt zur Erzeugung einer Kartenkette aufgewendet wird, durch welche die Herstellung zahlreicher gleicher Musterbildungen mit Jacquards Maschine leicht gemacht ist.

Der sogenannte Kegelstuhl (*métier à boutons*) für beschränktere Muster bestand im Wesentlichen in nichts anderem, als in einem Webstuhl mit Harnisch, dessen Korden aus der verticalen Lage über entsprechende Leitungen gehend, horizontal an einen befestigten Stock

*) Die kleinen rechteckigen Elemente, aus welchen das Muster sich zusammensetzt, bez. die kleinen Rechtecke des Musterpapiers (Patrone) werden Auge genannt, vgl. pag. 467 Fig. 5455.

**) Bartsch, Vorrichtungskunst II pag. 78.

ausliefen. Durch Leviren wurden auch hier für jeden Schuss die anzuziehenden Korden mittelst der sog. Kegelschnur abgesondert. Diese Schnur, mit einem Holzknopf (Kegel) armirt, gestattete das bequeme Niederziehen der horizontalen Kordentheile, wodurch ein Hub der verticalen Harnischkorden, der Heber und Litzen, also Fachbildung erfolgte. Die Arbeit war eine abgeänderte Zugarbeit. Grundsätzlich wenig vom Kegelstuhl abweichend war der Zampelstuhl (*métier à xemple*), die Arbeit des Ziehens war etwas abgeändert, doch der „Ziehjunge" gleichfalls erforderlich. Der Trommelstuhl (*métier à tambour — cylinder loom*) hatte bereits einige Aehnlichkeit mit der Jacquard-Maschine, die Korden waren an Platinen befestigt, dieselben standen in einer Reihe und neigten sich in Folge der Form ihres Fusses gegen eine mit Zapfen armirte Trommel (*tambour*). Wo eine Platine gegen einen Zapfen traf, war sie aus ihrer Normallage zurückgedrückt und konnte von dem unter den Platinenhaken befindlichen Messer, einer Holzleiste, nicht gehoben werden. Die Trommel hatte die Zapfen in Reihen gestellt und erfuhr ruckweise durch einen Haken, Hund, Drehungen, für jeden Schuss eine Drehung; die entsprechend eingesetzten Zapfen entsprachen dem Muster, bezw. jenen Platinen, welche zurückgedrückt werden sollten, daher nicht gehoben wurden.

Bei der Stoss- oder Hochsprungmaschine lehnten sich die Platinen nicht unmittelbar an die Trommel, sondern die Platinen lagen in gabelförmigen Enden horizontaler Drähte, Nadeln und die Nadelenden legten sich an die Trommel, welche dem Muster entsprechend ausgehauene Vertiefungen enthielt.

Die Leinwand-Maschine unterschied sich von der Trommelmaschine dadurch, dass statt der Trommel zwei Walzen angebracht waren, über welche eine endlose Leinwand, besetzt mit Zapfen oder aufgeleimten Holzklötzchen geführt wurde.

Der Wellen- oder Posamentirstuhl hat insoferne mit dem Kegel- und Zampelstuhle einige Aehnlichkeit, dass auch bei ihm die Korden eine horizontale Ablenkung erfahren. Die Enden der Korden sind theils an festgestellten Eisenstäben, theils an beweglichen Hebeln, welche ganz hinten und oben am Stuhle angebracht sind und Wellen heissen, befestigt. Die ersteren, gespannten Korden heissen Stückkorden, die letzteren schlaffen Korden heissen Wellenkorden. Die Korden gehen durch Schäfte, Hochkämme genannt, und ein Heben eines Hochkammes bewirkt ein Anziehen der durch ihn eingezogenen Stückkorden, jedoch nur dann gleichzeitig auch ein Heben der eingezogenen Wellenkorden, wenn dieselben durch entsprechenden Hub der Welle gleichfalls gespannt sind.

Hierdurch lässt sich z. B. mit nur 20 Schäften (Hochkämmen) und 12 Wellen ein über 240 Schussfäden reichendes Muster erzielen, weil jedes Fach sowohl vom Hub der Hochkämme als auch vom Wellenzuge abhängig ist, daher 20×12 Combinationen möglich sind. *)

Diese Vorläufer der Jacquard-Maschine enthalten wohl dieselben Grundgedanken, aber die Aufstellung der Platinen in mehreren Reihen, das Nadelbrett mit seinen Lochreihen, das Prisma („Cylinder") und die endlose Kartenkette sind so durchschlagende Verbesserungen, dass das Verdienst Jacquards ein ausserordentliches ist. Beweis hierfür ist einerseits die fast unveränderte Gestalt der Maschine bis heute, nur das Holz ist durch Eisen verdrängt, andererseits die Thatsache, dass alle die früheren Musterwebstühle, die Trommelmaschine etwa ausgenommen, nicht mehr gebaut werden.

Brochirte Stoffe. Um die Figur als völlig selbständig von dem sie umgebenden Grunde erscheinen zu lassen, besonders dann, wenn die Figur andere Farben als das Grundgewebe zeigen soll, bedient man sich der Broschirung, d. h. man wendet besonderen, vom Grundschusse unabhängigen Figurschuss, Broschirschuss an. Läuft der Figurschuss zwar durch die ganze Breite des Gewebes, liegt er jedoch auf der rechten Gewebsseite nur innerhalb des Musters sichtbar zu Tage, während er sonst auf der verkehrten Gewebsseite entweder flott oder nur in gewissen Abständen gebunden hinzieht, so spricht man von Lanciren; kehrt der Figurschuss hingegen an der Figurgrenze um, geht er daher nur innerhalb der Figur hin und her, dann ist solche Arbeit echt broschirt.

Lancirte Stoffe (*étoffes lancées*) sind daher von echt broschirten Stoffen (*étoffes brochées*) verschieden und sind unzweifelhaft letztere edler, indem bei demselben Effecte der Stoff leichter und geschmeidiger ausfällt. Doch lässt sich die echte Broschirung nicht für alle Muster anwenden, sondern nur für solche, bei welchen die Entfernung der einzelnen Figuren keine zu kleine ist. Der Figurschuss wird beim Lanciren und Broschiren weicher und dicker als der Grundschuss genommen, damit er in der Figur den Grundschuss völlig deckt und so dort allein zur Geltung kommt.

Man kann sich beim Lanciren mit Vortheil der sogenannten Wechsellade bedienen, d. h. einer Lade von solcher Einrichtung, dass der Schützenkasten (gewöhnlich nur auf einer Seite der Lade) mehrtheilig ist, so dass mehrere

*) S. Prechtl, Techn. Encyclopädie bei Bordenwirkerstuhl II 611 und Taf. 38.

Schützen in entsprechenden Abtheilungen des Schützenkastens sich vorfinden und je nachdem man die eine oder andere Abtheilung einstellt, die eine oder andere Schütze zur Wirkung kommt.

Beim Broschiren hingegen bedient man sich oft statt der Steckschütze mit Vortheil der Broschirladen, deren wesentliche Einrichtung darin besteht, dass vorne an der Lade eine vertical verschiebbare Platte sich befindet, welche die kleinen Broschirschützen oder Spulen trägt, die entweder eine kurze geradlinige oder eine Kreisbewegung erhalten können. Wird das Broschirfach gebildet, so heben sich die Kettenfäden nur in den Figurtheilen und um diese schlingen sich bei niedergedrückter Platte gleichzeitig die Figurfäden, indem durch die Verschiebung einer Zahnstange od. dgl. die gleichzeitige Bewegung der Broschirspulen oder Schützen erfolgt.

Meist kommen auf jeden Lancir- oder Broschirschuss ein oder zwei Grundschüsse.

Herstellung gestickter Stoffe durch Weben.

Auf dem Webstuhl gestickte Stoffe stellt man gewöhnlich mittelst des Nadelstuhles her, bei welchem die Grundkette wie gewöhnlich ihren Kettenbaum besitzt, die Stickfäden jedoch ebenfalls auf einem zweiten Baume mit geringer Spannung aufgewickelt sind, von welchem sie zur Sticklade gehen. Jeder Stickfaden geht an der Lade durch das Rietblatt oder auch über den Ladendeckel und ist dann durch das Oehr am unteren Ende einer 80—100mm langen Stahlnadel gezogen. Alle Nadeln sind unmittelbar vor dem Kamme an einer hölzernen Leiste, dem Nadelstabe, in einer Reihe angebracht, nach Bedarf bis zur Zahl von 100 auf 1m Kettenbreite. Der Nadelstab liegt parallel dem Ladendeckel und lässt sich in Führungen auf und ab, rechts und links verschieben. Ist der Nadelstab erhoben, so sind die Stickfäden über der Kette, ist er gesenkt, so sind dieselben ins Unterfach gebracht. Ist durch Treten das gewöhnliche Fach für den leinwandbindigen Grund gemacht, so senkt man den Nadelstab, bringt dadurch die Stickfäden ins Unterfach und der folgende Schuss bindet sie ein. Es wird sodann der Nadelstab gehoben, der Schuss angeschlagen und werden hierauf noch ein Paar das Gewebe bildende Grundschüsse in die entsprechenden Fache eingeschossen, während der Nadelstab gehoben bleibt. Der Nadelstab wird nun seitwärts verschoben, wodurch die Stickfäden sich in die Richtung der Schussfäden legen, der Nadelstab wird gesenkt, Grundschuss eingeschossen und nach früher die Stickfäden gebunden. Nach weiteren Grundschüssen wird der Nadelstab in der entgegengesetzten Richtung verschoben, wieder gesenkt u. s. w. Durch die Bindung mittelst des Schusses sind die Stickfäden wesentlich von den Broschirfäden unterschieden. Das Muster hängt von der Weite und Richtung der Verschiebung des Nadelstabes ab. Will man nicht figurirte Streifen, sondern isolirt stehende Muster bilden, so webt man längere Stücke glatt ohne Benützung des Nadelstabes und schneidet die Stickfäden, welche sich zwischen den Mustern schräg über die Kette legen, nachträglich aus. Um die Führung des Nadelstabes zu erleichtern, kann man sich einer Art Schablone (Musterblatt) bedienen oder man macht die Verschiebungsweite an einem Zifferblatte ablesbar und arbeitet nach bestimmter, darauf bezüglicher Vorschrift. Statt eines Nadelstabes kann man auch deren zwei oder mehrere anwenden und hat dann so viele Nadelreihen als Stäbe. Ist ein Nadelstab über, einer unter der Kette angebracht, so kann die Stickerei auf beiden Gewebsseiten erscheinen.

Dass man auch mit einer Broschirlade sticken kann, bedarf kaum der Erwähnung. Eine diesbezügliche specielle Anordnung führt den Namen Plattstichmaschine. Vgl. Karmarsch Hartig, mechanische Technologie pag. 978.

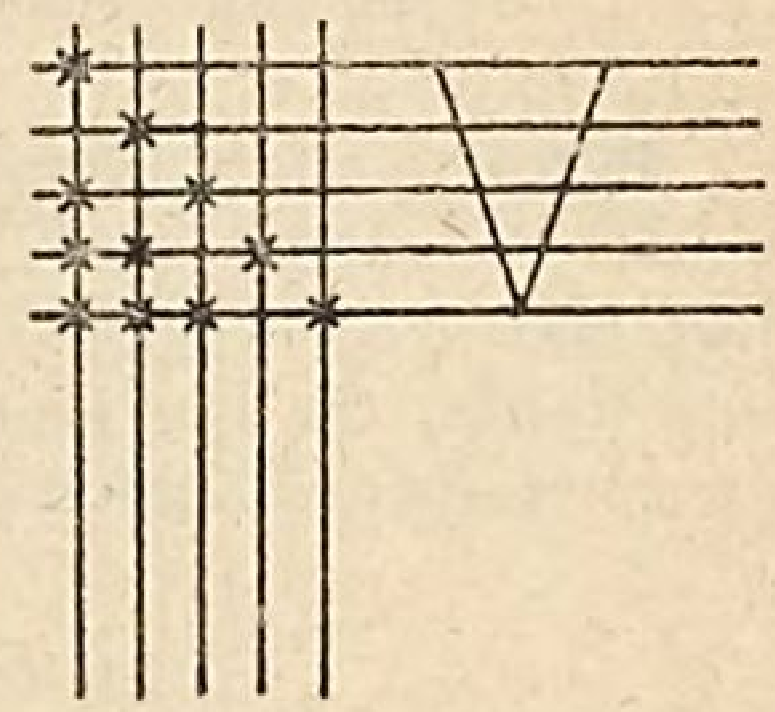
Besondere Gewebsarten. Von den durch besondere Eigenthümlichkeiten in der Herstellung oder dem äusseren Ansehen ausgezeichneten Geweben seien nachstehende hervorgehoben:

Rips, Reps bezeichnet im Allgemeinen ein Gewebe von geripptem Aussehen. Die Rippen können in der Längenrichtung des Gewebes laufen, in welchem Falle das Gewebe sehr einfacher Natur ist und zu den leinwandartigen Stoffen zu zählen ist, denn die Rippen entstehen hier einfach dadurch, dass die feinen Schussfäden sich so dicht über die sehr dicken Kettenfäden legen, dass man von letzteren nur Längserhöhungen Rippen wahrnimmt, welche vollständig durch die feinen Schussfäden gedeckt sind.

Laufen jedoch die Rippen quer, wie dies häufig bei feineren Möbelzeugen der Fall ist, dann wird das Gewebe aus zwei verschiedenen Ketten, der wenig gespannten Stuck- oder Velourkette und der scharf gespannten Bindkette (Resteine) und aus zwei verschiedenen Schüssen, feinem und grobem Schuss, gebildet. Als Velourkette wird ein weiches Materiale

(Kammgarn, Organzinseide, Florettseide), als Bindkette ein feines festes Materiale (Rohseide, Leinen oder Baumwollzwirn) gewählt. Der grobe Schuss ist wenig gedrehter, mehrfädiger (z. B. siebenfäd.) Baumwollzwirn oder nur mehrfach doublirtes Baumwollgarn, der feine Schuss ist gezwirnte Seide oder feiner Baumwollzwirn. Die Velourkette ist so dicht eingestellt (zwei auch mehr Stuckfäden auf einen Bindfaden), dass volle Deckung der dicken Schussfäden stattfindet. Der Hauptsache nach ist die Bindung Leinwandbindung, die Stuckkette läuft über dem dicken unter dem feineren Schuss, die Bindkette unter dem dicken und über dem dünnen Schuss, welcher, wie die Bindkette, dem unbewaffneten Auge kaum sichtbar ist.

Fig. 5469.

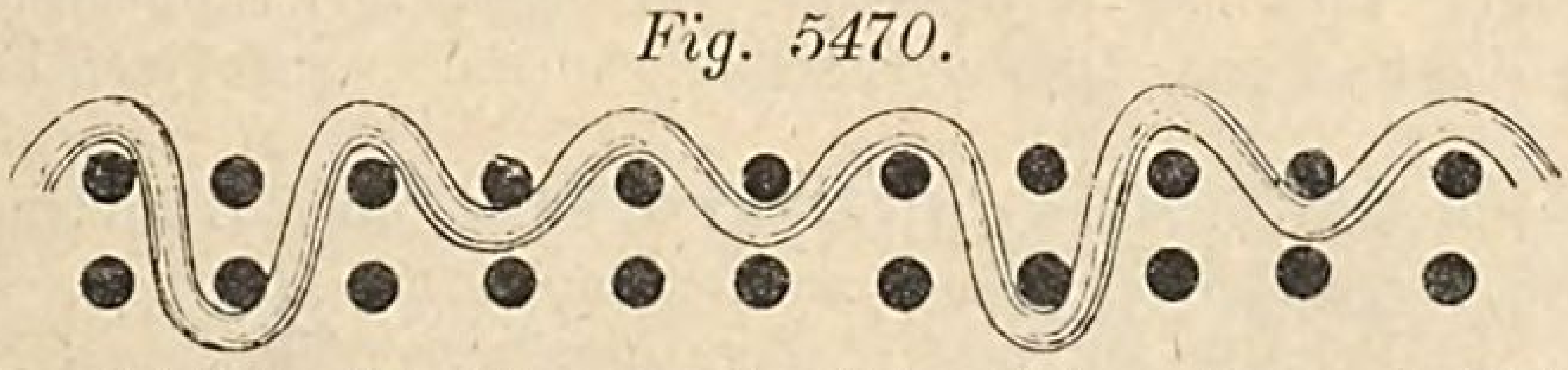


Tricot oder Waffelbindung.

Tricot ist ein meist in Baumwolle, oft mehrfärbig, hergestelltes Gewebe, welches aus rechtwinklig sich schneidenden erhöhten Rippen diagonalen Laufes, zwischen welchen vertiefte quadratische Stellen erscheinen, besteht. Der eigenartige Charakter des Gewebes ist lediglich durch die Bindungsweise bedingt, welche durch das nebenstehende Weberzettel, Fig. 5469, gekennzeichnet ist.

Doppelstoffe und Hohlgewebe. Als Doppelstoffe sind solche Gewebe zu bezeichnen, deren beide Gewebeseiten durch die Art der Bindung oder durch das Materiale selbst unterschieden sind. Zeigt z. B. die eine Gewebsseite Köperbindung, die andere Leinwandbindung oder liegt auf der einen Seite des Stoffes vorwaltend Schuss (oder Kette) einer Farbe, auf der zweiten Seite Schuss (oder Kette) anderer Farbe zu Tage, so hat man es mit einem Doppelstoffe zu thun. Man erreicht dies entweder durch doppelten Schuss, wobei die eine Schussgattung oben bindet, die andere unten oder durch doppelte Kette, wobei wieder die Kette einer Gattung oben, jene der zweiten unten bindet oder endlich durch doppelte Kette und doppelten Schuss. Bedeuten in Fig. 5470 die Kreise die Schussfäden, die fortlaufend gezogene Linie einen Kettenfaden, so bietet diese Figur ein Beispiel eines Doppelstoffes mit doppeltem Schuss. Gibt man den Kreisen die Bedeutung von Kettenfäden, der fortlaufend gezogenen Linie die Bedeutung des Schussfadens, so würde dieselbe Figur einen Doppelstoff mit doppelter Kette vorstellen. Es ist leicht einzusehen, dass durch Wahl entsprechender Farbe der Fäden die beiden Gewebsseiten sowohl in Bindung als Farbe von einander unabhängig sind.*)

Fig. 5470.



Doppelstoff im Schnitte normal auf den Schuss (bezw. d. Kette).

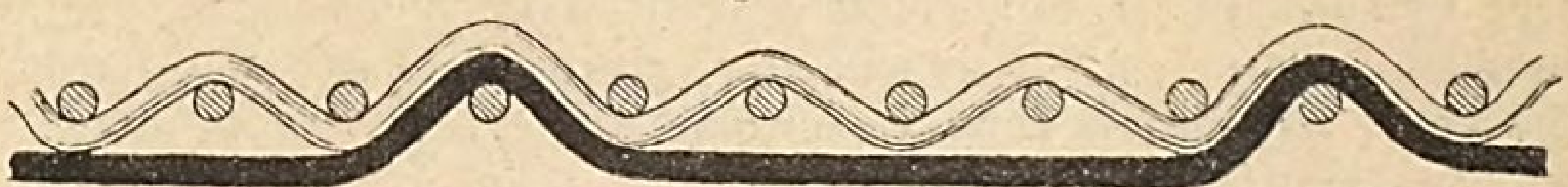
Durchschneidet man das, durch Fig. 5470 gekennzeichnete Gewebe in der auf die erste Schnittrichtung senkrechten Linie, so erhält man die Darstellung Fig. 5471.

Es kann für die Stuhlvorrichtung nicht gleichgiltig sein, ob der Doppelstoff durch doppelten Schuss oder durch doppelte Kette hergestellt werden will. Wendet man doppelten Schuss an, so bedarf man doppelter Fachbildungen, d. h. die Fache

*) Manche nennen diese Gewebsarten mit doppeltem Schuss oder mit doppelter Kette zweirechtige Stoffe, beidrechte Stoffe, weil jede Stoffseite als rechte Seite betrachtet werden kann. Dieser Gepflogenheit sind wir nicht gefolgt und halten den Ausdruck beidrechte Stoffe für diese Gewebe nicht glücklich gewählt, weil auch leinwandartige Gewebe und die pag. 466 erwähnten beidrechten Köper zweirechtig sind, aber doch ganz anderen Charakter besitzen.

für den oberen und den unteren Schuss haben mit einander abzuwechseln; wendet man doppelte Kette an, dann bedarf man besonderer Schäfte (Flügel) für die obere und für die untere Kette.

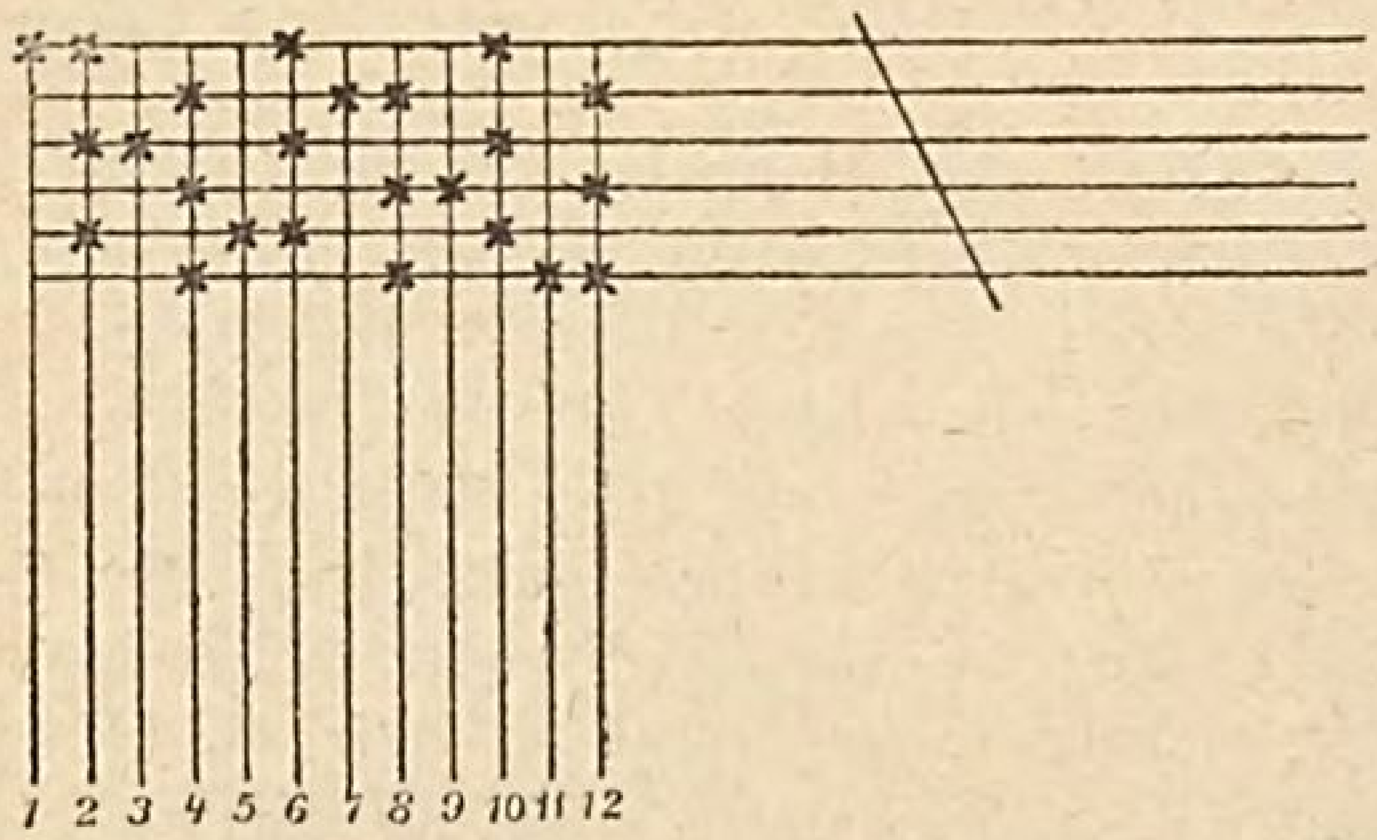
Fig. 5471.



Doppelstoff im Schnitte normal auf die Kette (bezw. d. Schuss).

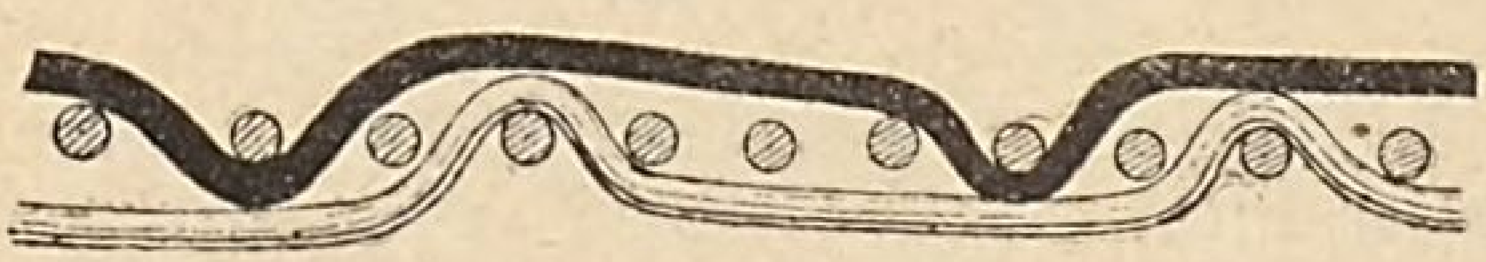
Bestünde die Aufgabe, das Weberzettel für das in den Fig. 5470, 5471 gekennzeichnete Gewebe (oben Leinwandbindung, unten 6bindiger Atlas) herzustellen, so bedarf man bei doppeltem Schusse nur 6 Schäfte. Für die Atlasbindung sind 6 Tritte, für die Leinwandbindung mindestens zwei nöthig. Um gerade Trittfolge anwenden zu können, ist es aber bequem auch hier 6 Tritte zu benützen. Der Einzug ist gerade. Wird der erste Tritt getreten, so möge der erste Atlasschuss entstehen, Schaft 1 wird gehoben; der zweite Tritt hat ein leinwandartiges Fach für den anderen Schuss zu liefern, es müssen daher $^3/_6$ aller Schäfte, der 1, 3, 5 Schaft gehoben werden; durch den 3. Tritt entsteht wieder ein Atlasfach u. s. w., wie Figur 5472 zeigt. Bei kräftigem Anschlagen der Lade schieben sich die Schussfäden so über einander, dass auf jeder Seite nur der Schuss sichtbar ist, welcher für diese Seite bestimmt ist. Bei weichem Schuss und entsprechender Bindung, z. B. beiderseits Köper oder Atlas, Fig. 5473, findet dies besonders vollkommen statt. Ist der Schuss im Verhältniss zur Kette dick und aus Schafwolle, wird das Gewebe wie ein tuchartiger Stoff gewalkt, so bilden sich beiderseits dichte Filze, welche verschiedene Farbe aufweisen können (Doppelgänger).

Fig. 5472.



Weberzettel zu einem Doppelstoffe mit doppeltem Schusse.

Fig. 5473.



Wäre ein Doppelstoff mit doppelter Kette, oben Leinwand-unten Köperbindung (6bindig) herzustellen, dann wendet man mit Vortheil, des geraden Einzugs wegen, 12 Schäfte an, bedarf aber hier nur 6 Tritte, Fig. 5474. Alle ungeraden Kettenfäden (grauen) mögen oben, alle geraden (braunen) unten ins Gewebe kommen, so ist der 1, 3, 5, 7 Kettenfaden grau, der 2, 4, 6, 8 braun. Jeder Tritt muss die Hälfte der grauen Fäden, aber nur $^1/_6$ der braunen heben, wie dies Fig. 5474 zeigt. Statt der durch Fig. 5474 dargestellten Stuhlvorrichtung könnte man auch eine solche wählen, wie sie Fig. 5475 zeigt. Hierbei wäre an Schäften und an Schnürung wohl erspart, doch hätten die beiden ersten Schäfte dreimal mehr Litzen als die sechs Schäfte für den Köper und der Einzug wäre unbequemer. Ordnet man die Schäfte in zwei Gruppen an, so gibt man gewöhnlich jeder Gruppe die gleiche Schaftzahl, damit in jedem Schaft die gleiche Litzenzahl erforderlich ist. Die Schäfte in zwei Gruppen zu stellen, ist jedoch nicht nöthig, ja es ist sogar, des dann möglichen geraden Einzuges wegen, bequemer, nur eine Gruppe von 12 Schäften zu verwenden und hiernach die Schnürung entsprechend abzuändern. Nach diesen Beispielen darf

es keinen Schwierigkeiten unterliegen, Weberzettel für andere Doppelstoffe, z. B. 7bind. Atlas oben, 7bindigen Köper unten, zu entwerfen.

Fig. 5474.

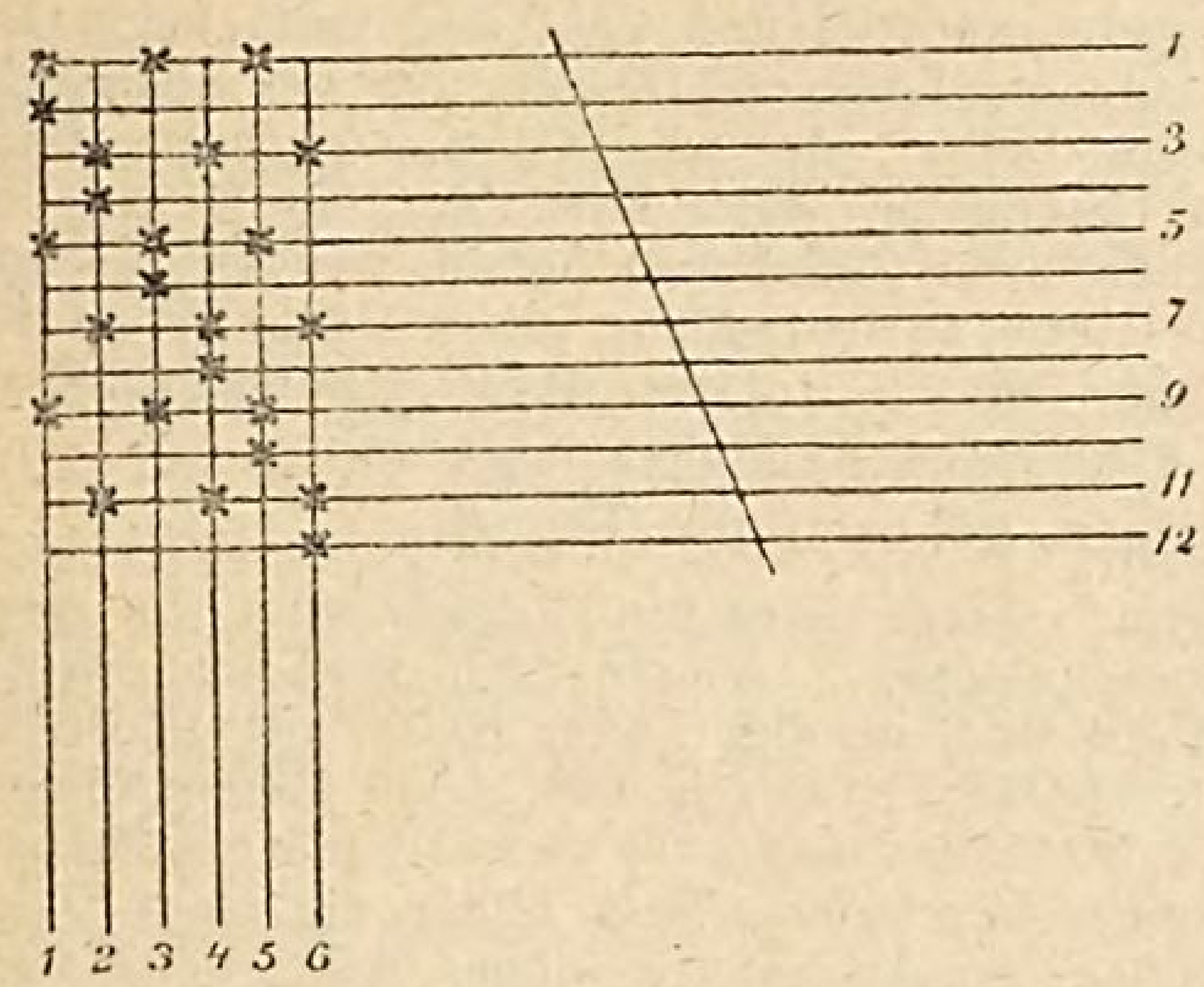
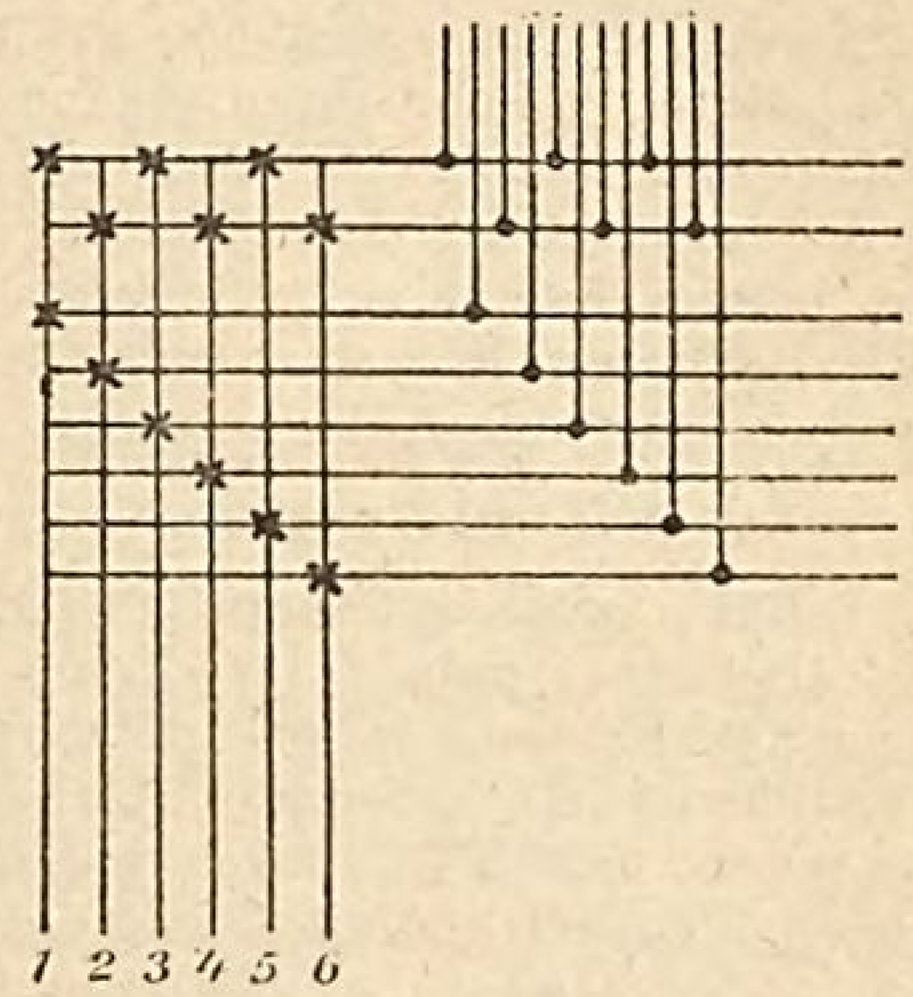


Fig. 5475.



Zwei Weberzettel für denselben Doppelstoff mit doppelter Kette.

Jene Doppelstoffe, welche aus doppelter Kette und doppeltem Schusse hergestellt sind, bei welchen also die obere wie die untere Gewebsseite je ihre besondere Kette und besonderen Schuss haben, werden zu zwei von einander unabhängigen, gleichzeitig am Webstuhle entstehenden Geweben, wenn die Sonderung vollständig durchgeführt ist; sie werden zu Hohlgeweben, wenn die Verbindung beider Gewebe entweder an beiden Gewebsleisten oder an einer Leiste und querlaufenden Gewebestreifen oder nur an diesen erfolgt, oder auch, wenn die Verbindung beider Gewebe nach gewissen, willkürlichen, etwa Figur bildenden Linien erfolgt.

Es sei hier nur ein sehr einfaches Beispiel, die Herstellung eines geköperten Lampendochtes gegeben. Dieses Hohlgewebe ist an beiden Leisten durch den, aus dem oberen in das untere Gewebe und umgekehrt gehenden (kreisenden) Schuss verbunden. Sei der Köper 3bindig und liege aussen rundum mehr Schuss, so wird das Weberzettel durch Fig. 5476 dargestellt sein können. Die Trittfolge ist gerade und in jedem Schafte muss die gleiche Kettenfadenzahl eingezogen sein.

Fig. 5476.

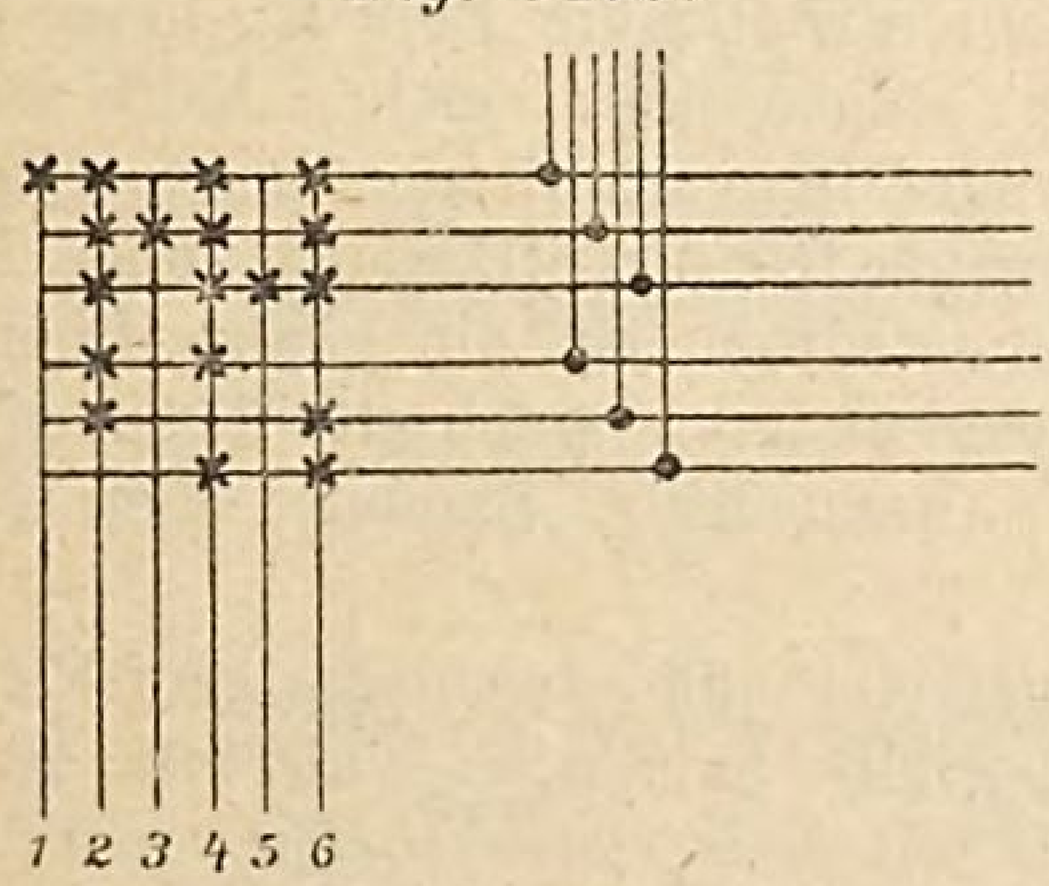
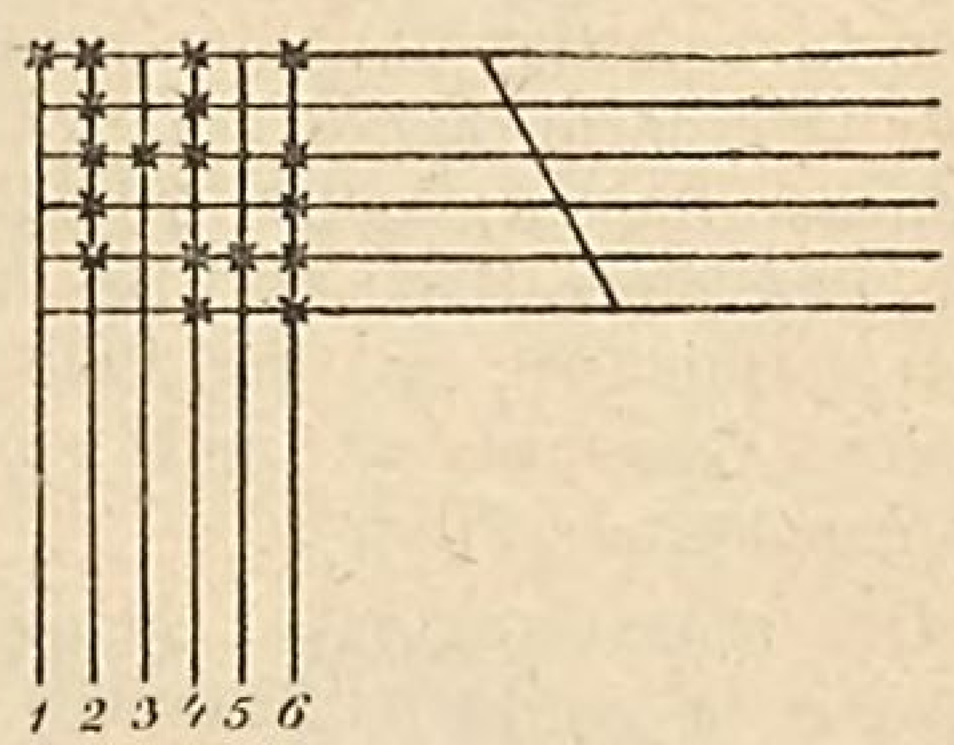


Fig. 5477.



Weberzettel für ein Hohlgewebe von 3bind. Köper.

Für den geraden Einzug verwandelt sich Fig. 5476 in Fig. 5477 wie leicht zu erkennen ist, wenn bedacht wird, dass durch denselben Tritt dieselben Kettenfäden, wie im ersten Falle zu heben sind.

Bei so schmalen, bandartigen Geweben, wie es Lampendochte sind, werden mehrere Gewebe gleichzeitig auf einem, dem Bandmacherstuhle ähnlichen Webstuhle hergestellt. (Vergl. I pag. 288.)

In ähnlicher Weise können Säcke ohne Naht hergestellt werden, man muss aber durch Hinzugabe von Tritten es ermöglichen, streifenweise beide Gewebe zu einem zu verbinden.

Zu den Hohlgeweben gehören auch die gewebten Hemdenbruststoffe, welche Falten verschiedener Breite aufweisen. Man denke sich, es werde eine gewisse Zeit nur das eine z. B. das obere Gewebe erzeugt, so dass dasselbe über den letzten Schuss des unteren Gewebes um etwa zwei Centimeter vorragt, d. h. bereits länger gewebt ist und webt man dann beide Gewebe zusammen, so muss sich bei kräftigem Schlage der Lade und Beseitigung der Spannung der oberen Kette, welche ihren eigenen Kettenbaum besitzt, der zwei Centimeter breite Gewebsstreifen des oberen Gewebes als eine ein Centimeter breite Falte auf das Gewebe legen. Hierbei ist es nicht einmal nöthig, thatsächlich zwei Gewebe zu bilden, sondern es genügt etwa jeden siebenten Kettenfaden als untere Kette zu betrachten, diese Fäden beim Weben der Falte unten liegen zu lassen, später aber mit der oberen (bezw. restlichen) Kette zu verweben, nur muss die untere Kette einen besonderen Kettenbaum besitzen.

Zu den interessantesten Hohlgeweben gehören die Piqués.

Bei diesen Geweben erscheint die Figur als vertiefte Linie, gleichsam wie gesteppt oder abgenäht, daher der Name von *piquer* (steppen). Dieser Stoff wird aus zwei verschiedenen Ketten, welche getrennt aufgebäumt sind, erzeugt; einer Kette aus feinen Fäden (Grundfäden) und einer aus starken Fäden (Steppfäden). Auf je zwei feine Fäden kommt ein Steppfaden und sind durch jeden Spalt des Weberkammes zwei Grund- und ein Steppfaden gezogen. Die Grundfäden mit dem gleichfalls feinen Grundschuss bilden die rechte Gewebsseite — den Grund —, die Steppfäden mit dem groben Schuss bilden das zweite Gewebe, das Futter. Nach den Figurlinien findet das Zusammenweben beider Gewebe statt, indem längs derselben die untere Kette entsprechend in den „Grund" eingebunden wird. Um die Stepplinien schärfer einzuziehen und dadurch die Schönheit des Gewebes zu erhöhen, wird zwischen Grund und Futter ein weicher Schuss eingeschossen. Auf zwei Schuss für den Grund wird ein Schuss zwischen beiden Ketten und ein Schuss für das Futter gegeben. Grund und Futter weisen, von dem Steppmuster abgesehen, gewöhnlich Leinwandbindung auf. Das Heben der die Figur bildenden Steppfäden erfolgt gleichzeitig mit dem Heben der halben Grundkette und zwar gehen dieselben Steppfäden zweimal ins Oberfach, bei den zwei Fachbildungen für die Leinwandbindung des Grundes. Bei einfach carrirtem Piqué (*Carreaux*) wird für zwei aufeinander folgende Grundfache je die halbe Grundkette und derselbe Theil ($^2/_7$, $^2/_9$, $^2/_{11}$..) der Steppkette gehoben. Bei so einfachen Mustern kann man noch Tritte anwenden, für complicirtere Muster bedient man sich kleiner Jacquardmaschinen oder Trittmaschinen. (S. Karmarsch-Hartig, mechan. Technologie pag. 1007.)

Sammt, sammtartige Gewebe. Die unter dem allgemeinen Namen Sammt vorkommenden Zeuge unterscheiden sich von den übrigen durch die eigenthümliche, haarige Decke einer der beiden Gewebsseiten. Bei genauer Untersuchung entdeckt man, dass dieser Zustand durch eine Menge sehr kurzer Fadenenden, zuweilen auch durch Noppen oder Schlingen hervorgebracht wird, die aus dem eigentlichen Stoffe (Grund) hervortreten und eine Art von Bedeckung (Poil, Pole, Flor) bilden, von welcher auf der Kehrseite nichts zu sehen ist; es besteht also einige Aehnlichkeit zwischen Sammt und Pelzwerk. Der Grund des Sammts ist ein sehr dicht, meist mit Köperbindung gewebter Stoff; die Pole ist beim Weben im Grunde befestigt und die einzelnen Haare stehen bald mehr, bald weniger aus der Oberfläche hervor; sie endigen entweder in geschnittenen Enden, Spitzen, (eigentlicher Sammt), oder sie bilden Schlingen, Noppen (Bastard- oder Ritzer-Sammt, gezogener Sammt). Bei manchen Sammtsorten ist die ganze Fläche des Zeuges gleichmässig mit der Pole bedeckt, bei anderen wechselt diese mit gewöhnlichen Geweben ab und zeigt Blumen (gemusterter Sammt) oder Streifen (Kord-Manchester, Pilow).

Der echte Sammt mit wenig hervorstehendem und gleichmässigem Flor oder der Sammt im engeren Sinne des Wortes, besteht immer im Flor und oft auch im Grunde aus Seide; dies ist auch der Fall mit sehr vielen Sorten von Plüsch mit längeren und von Felpel mit noch längeren Härchen. Letzterer Stoff wird, nachdem die Pole durch Bürsten und Appretiren in dieselbe Richtung oder in den Strich gelegt ist, jetzt allgemein zum Ueberziehen der seidenen Herrenhüte (Cylinder) gebraucht. Aus Baumwollgarn wird nach besonderem Verfahren diejenige Sammtsorte gewebt, welche unter dem Namen Manchester oder Baumwollensammt allgemein bekannt ist, und überdies noch eine Menge anderer, meistens unter englischem Namen vorkommender Stoffe, wie: Velveteen, Moleskin, Castorine u. s. w. Zu den sammtartigen Stoffen aus Wollengarn gehört der

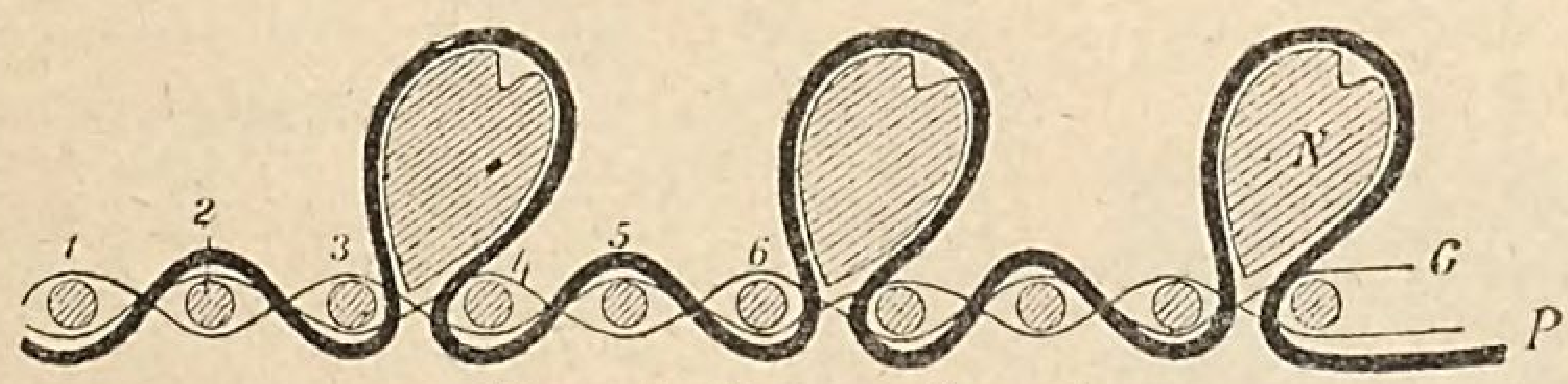
Möbelsammt (*Velours d' Utrecht*), obwohl dieser in Holland viel gebrauchte Möbelstoff schon seit lange nicht mehr in Utrecht gemacht wird. Die auf diesem Stoffe vorkommenden Figuren werden nach dem Weben durch Pressen zwischen heissen metallenen Platten oder Cylindern erzeugt; die erhaben gearbeiteten Figuren der Pressplatten drücken die Härchen der Pole nieder und durch die Wirkung der Wärme bleiben die Wollhärchen nach der Abkühlung niedergedrückt. Einige Sorten wollener Teppiche zeigen auf der Oberfläche Noppen, andere sind mit Flor bedeckt und stimmen deshalb mit gewöhnlichem Sammt überein (s. IX pag. 15 Art. Teppiche).

Die Pole der sammtartigen Stoffe besteht gewöhnlich aus solchem Materiale, das von der Kette und dem Einschlag des Grundes durchaus verschieden ist. Die haarige Bedeckung dieser Gewebe ist derart mit dem Grunde verbunden, dass sie sich nur mit Mühe ausziehen lässt; geschieht dies aber dennoch, dann wird deshalb der Zusammenhang des Grundes noch keineswegs unterbrochen. Die Pole kann zweifacher Art sein, entweder *a*) aus Fäden, die parallel mit der Kette oder *b*) solchen, die in der Richtung des Einschlages liegen. Im erstern Fall findet das Weben mit zwei besonders aufgebäumten Ketten statt, der gewöhnlichen Kette für den Grund, Grundkette und der viel längeren Kette schwacher Spannung, Polkette. Die zweite Sorte von Flor wird durch einen besonderen Schuss, Polschuss, erhalten, neben welchem der Grundschuss die eigentliche Bindung besorgt. Die Methode ist daher wesentlich verschieden.

Der Seidensammt, der echte Sammt (*velours* — *velvet*) wird auf einem Webstuhle mit zwei Kettenbäumen hergestellt, deren einer die Grundkette, der zweite die Polkette trägt. Die Grundkette bildet in kräftiger Spannung mit dem Grundschusse das Grundgewebe, welches leinwandartig oder geköpert sein kann, die Polkette bildet unter Zuhilfenahme von Nadeln oder dadurch, dass sie bei gleichzeitiger Erzeugung zweier paralleler Grundgewebe bald aus dem unteren in das obere, bald aus dem oberen in das untere Gewebe tritt, nach erfolgtem Durchschneiden die Pole oder den Velours.

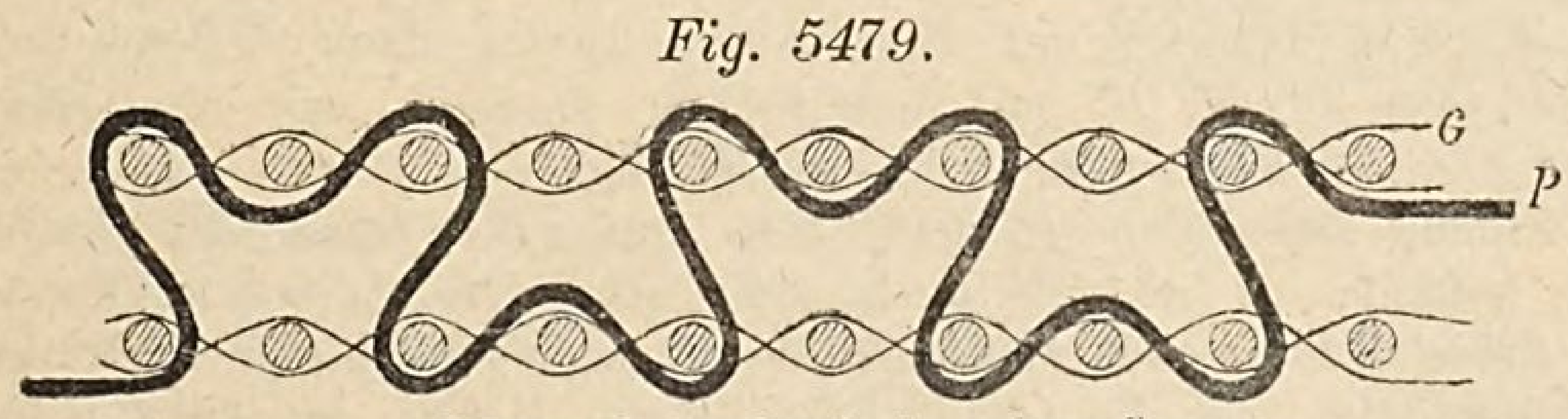
Fig. 5478 stellt einen Längsschnitt eines mit Nadeln hergestellten Sammtes, Fig. 5479 den Längsschnitt zweier gleichzeitig erzeugten Sammte dar.*) *P* ist die Polkette, *G* die Grundkette. Der Deutlichkeit der Figuren wegen sind die Schussfäden gegenüber der Grundkette viel zu dick gezeichnet.

Fig. 5478.



Längsschnitt durch Sammt.

Fig. 5479.



Längsschnitt durch doppelten Sammt.

Sowohl die ältere, als auch die häufiger angewendete Methode ist die erstere, bei welcher die Grösse der Noppen von der Dicke der verwendeten Nadeln ab-

*) Sammtkraftstühle dieser Art liefert in ausgezeichneter Ausführung Kaspar Honegger in Rüti bei Zürich.

hängig ist und nach welcher man bei Anwendung cylindrischer Nadeln auch ungeschnittenen Sammt erzeugen kann. Sind die Nadeln feine, dünne, herzförmige Drähte mit Furche, so kann man von Hand aus geschnittenen Sammt herstellen, sind sie cylindrische Drähte mit am Ende angebrachten Messerchen (vgl. Bd. IX pag. 16), so erhält man gleichfalls (durch Hand- oder maschinellen Nadelauszug) geschnittenen Sammt; einfach cylindrische Nadeln liefern gezogenen oder Ritzer-Sammt, dickere Nadeln Plüsch, noch dickere Felpel.

Nehmen wir für den Grund Leinwandbindung an, so könnte die einfachste Stuhlvorrichtung in drei Schäften und drei Tritten bestehen, zwei Grundschäften g_1 g_2 und Grundtritten G_1 G_2 und einem Polschaft p Fig. 5480 und Poltritt P*). Den Schuss 1, Fig. 5478, würde man erhalten durch Treten des Trittes G_1, erstes Grundfach, Schaft g_1 wird gehoben; Schuss 2, zweites Grundfach, durch gleichzeitiges Treten von G_2 und P. Schuss 3 gleich 1 wird durch Treten von G_1 erhalten. Nun wird, wie aus der Fig. 5478 ersichtlich ist, nur die Polkette gehoben, das sogenannte Nadelfach gebildet, denn die Nadel wird in dieses Fach eingelegt. Hierauf ist die weitere Trittfolge G_2, dann G_1 und P endlich G_2, nun folgt wieder das Nadelfach, ferner wie früher G_1, — G_2 P, — G_1, — P u. s. w.

So einfach gestaltet sich in der Praxis die Stuhlvorrichtung nicht, erstens, weil man der meist sehr feinen dichten Ketten wegen statt je eines Schaftes deren mindestens zwei anwendet und dann nicht, weil man für den Grund ein ganzes Fach herstellen will, auch das gleichzeitige Treten zweier Tritte zu entfallen hat.

Eine Stuhlvorrichtung, welche diese Uebelstände umgeht, ist in Fig. 5481 gekennzeichnet. I, II, III und V sind Grundtritte, welche die Polflügel p_1, p_2 mit niederziehen, bezw. heben. Der Tritt IV ist der Poltritt, er hebt nur die

Fig. 5480.

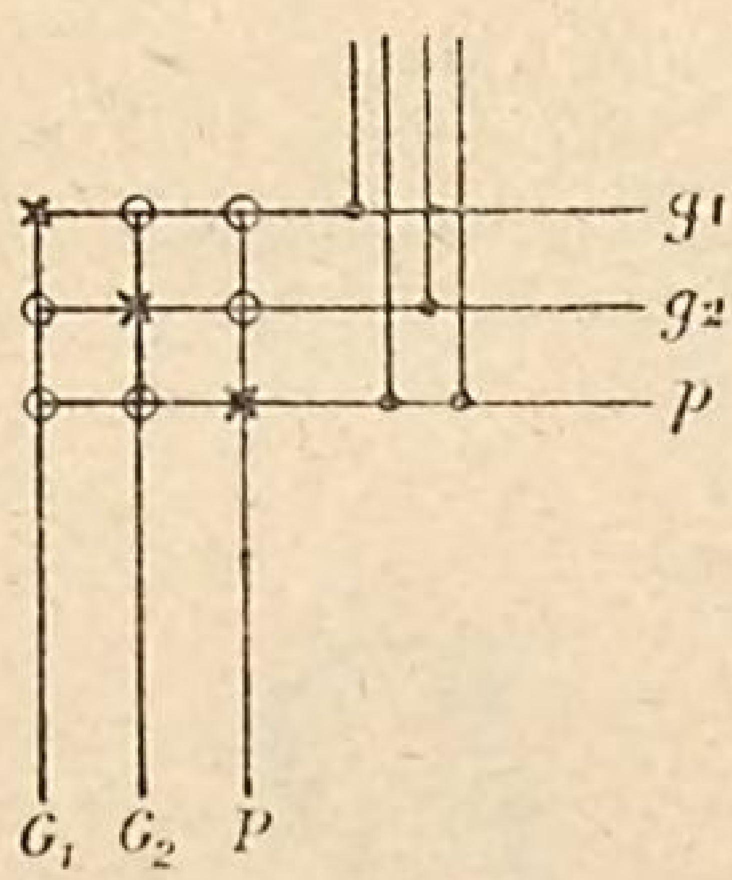
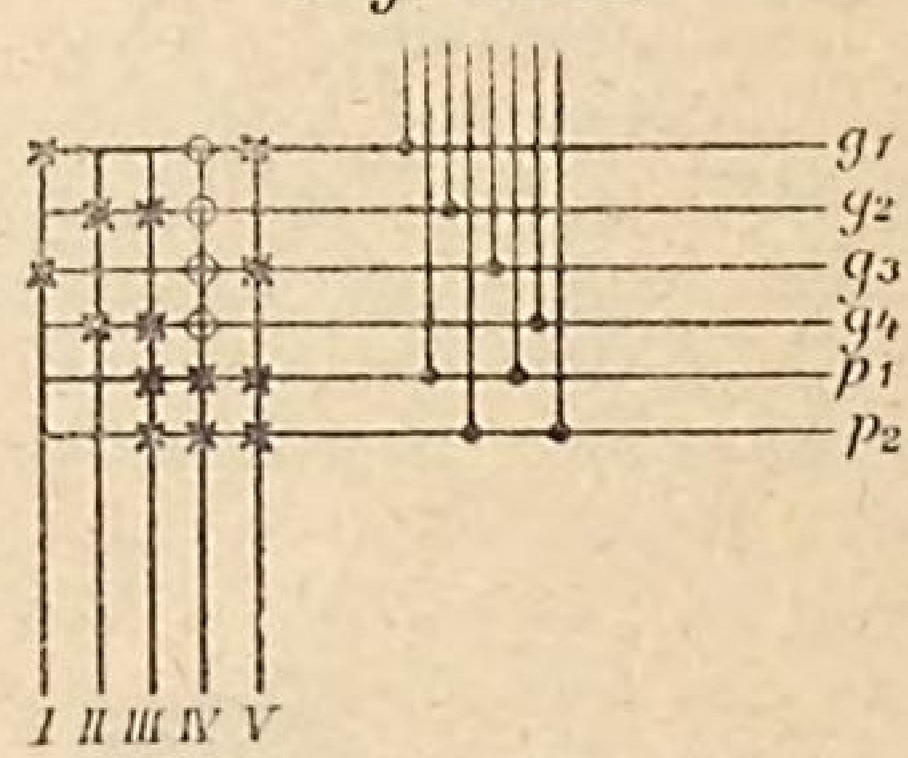


Fig. 5481.



Trittfolge: *l I, r III*
l I, r IV
l II, r V
l II, r IV

Zwei Weberzettel für denselben Seidensammt.

Polflügel und zieht die Grundkettenschäfte nicht nieder, was die kleinen Kreise (Nullen) an den Kreuzungsstellen andeuten sollen. Der Weber tritt abwechselnd mit beiden Füssen, zuerst I mit dem linken Fusse, dann III mit dem rechten, wieder I mit dem linken, IV mit dem rechten u. s. w., wie dies die unter das Weberzettel Fig. 5481 gesetzte Trittfolge anzeigt.

Der Einzug muss nicht so sein, dass auf jeden Grundkettenfaden ein Polkettenfaden kommt; es können auch mehr Polfäden als Grundfäden genommen sein, denn beide Ketten sind von einander auch bezüglich der Kettenbäume vollkommen unabhängig. Ist die Grund-Bindung ein Köper, so ändert dies natürlich auch die Stuhlvorrichtung.

Die herzförmige Form der Sammtnadeln ist einerseits bedingt durch die Absicht, die Noppenreihen recht dicht an einander zu bringen, andererseits durch die Nothwendigkeit dem

*) Hierbei würde nur ein Halbfach entstehen, die Schäfte, welche nicht gehoben werden, blieben ruhig. Die Schnürung ist nur auf Hub ausgeführt.

Messer (Sammtmesser) Führung zu geben. Die Querschnittsabmessungen sind gering; die Nadeln sind ziemlich feine, durch Ziehen hergestellte Drähte (vgl. II pag. 643).

Es unterliegt keinen besonderen Schwierigkeiten gemusterten Sammt herzustellen und kann die Musterbildung durch verschiedene Farben der Polkette, durch ungleiche Länge des Flors, durch theilweises Aufschneiden oder endlich durch theilweise Besetzung des Grundes mit Flor geschehen. In letzterem Falle wird ein sehr verschiedener Verbrauch der Polfäden eintreten, daher am Webstuhle ein Spulengestelle angebracht werden muss, so dass jeder Polfaden, oder falls zwei oder drei Polfäden stets wie einer laufen, jeder Polkettentheil seine eigene Spule und eigene Spannung hat. Es ist übrigens auch bei der Herstellung glatten Sammtes sehr zu empfehlen, jedem Polfaden durch ein angehängtes Gewichtchen (Draht) seine besondere und gleiche Spannung zu geben. Es lassen sich durch, im glatten Grunde eingewebte Figuren aus Sammt, welcher theilweise geschnitten wird, theilweise ungeschnitten bleibt, die prächtigsten Effecte erzielen, namentlich dann, wenn die geschnittenen Figurtheile, welche, wenn auch aus gleichfärbiger Seide hergestellt, doch viel dunkler als die nur gezogenen Theile erscheinen, bestimmt sind, dem lichteren Figurtheile gleichsam als Schatten zu dienen.

Eine interessante Anwendung der Grundsätze des Sammtwebens wurde für die Nachahmung von Strohgeflechten gemacht. Jene Fäden, welche den Polfäden entsprechen, waren durch Appretur zusammengeklebte, entsprechend gefärbte Baumwollfäden, welche Bändchen von der Breite gespaltenen Strohes bildeten und durch entsprechende Kalandrirung auch mit entsprechendem Glanze versehen waren. Diese strohartigen Bändchen deckten das übrigens gleichfärbige Grundgewebe grösstentheils, sie bildeten über Nadeln Schlingen, ähnlich dem gezogenen Sammte.

Von dem eigentlichen Sammte wesentlich verschieden ist der Baumwollsammt oder Manchester (*manchester*, *velverette* — *fustian velvet*). Der Herstellungsweise nach kann der ungeschnittene Manchester zu den Doppelstoffen mit doppeltem Schuss gezählt werden und kann Figur 5471, pag. 482, einen Schnitt durch einen Manchester in der Richtung der Schussfäden darstellen, wobei allerdings die rechte Seite unten erscheint. Fig. 5482 zeigt die Aufeinanderfolge der Schussfäden, ist jedoch kein Bild des Gewebes, weil durch den Florschuss 2, 3, 5, 6, 8 . . . der Grundschuss 1, 4, 7, 10 gedeckt wird, man daher auf der rechten Gewebsseite nur den Florschuss sehen würde, wie dies Fig. 5483 darstellt. Die anwendbare Bindungsweise kann ausserordentlich verschieden sein, hier ist lediglich eines der zahlreichen Beispiele gegeben, welche nur darin mit einander übereinstimmen, dass ein Aufschneiden der Polschussfäden nach Linien ($x\,y$, $x'\,y'$) möglich ist, welche parallel zu den Kettenfäden liegen. Dieses Aufschneiden erfolgt von Hand aus mittelst eines langen, in eine feine Spitze endigenden Messers, welches so eingeführt wird, dass die Schneide gegen oben gerichtet ist; hierbei ist ein Stück des Zeuges auf einem Tische ausgebreitet und wird zum Schneiden einer „Länge" (1·5 bis 1·75^{m}) bei 1 Stunde Zeit erfordert. Das Schneiden wird dadurch erleichtert, dass man den Stoff auf der Rückseite mit Kleister steift. Nach dem Schneiden findet ein Scheren und oft auch Sengen des Flores statt, um denselben möglichst gleichförmig zu machen und hieran schliesst sich das Färben und eine Reihe von Appretur-Operationen,*) durch welche das anfänglich recht unansehnliche Fabrikat erst den schönen, sammtartigen Charakter erhält.

Fig. 5482.

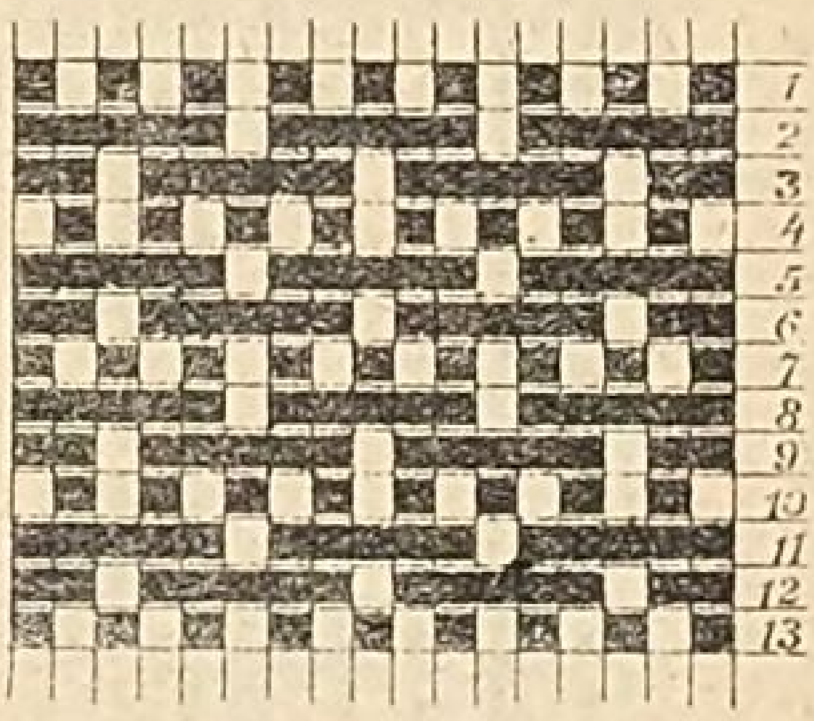
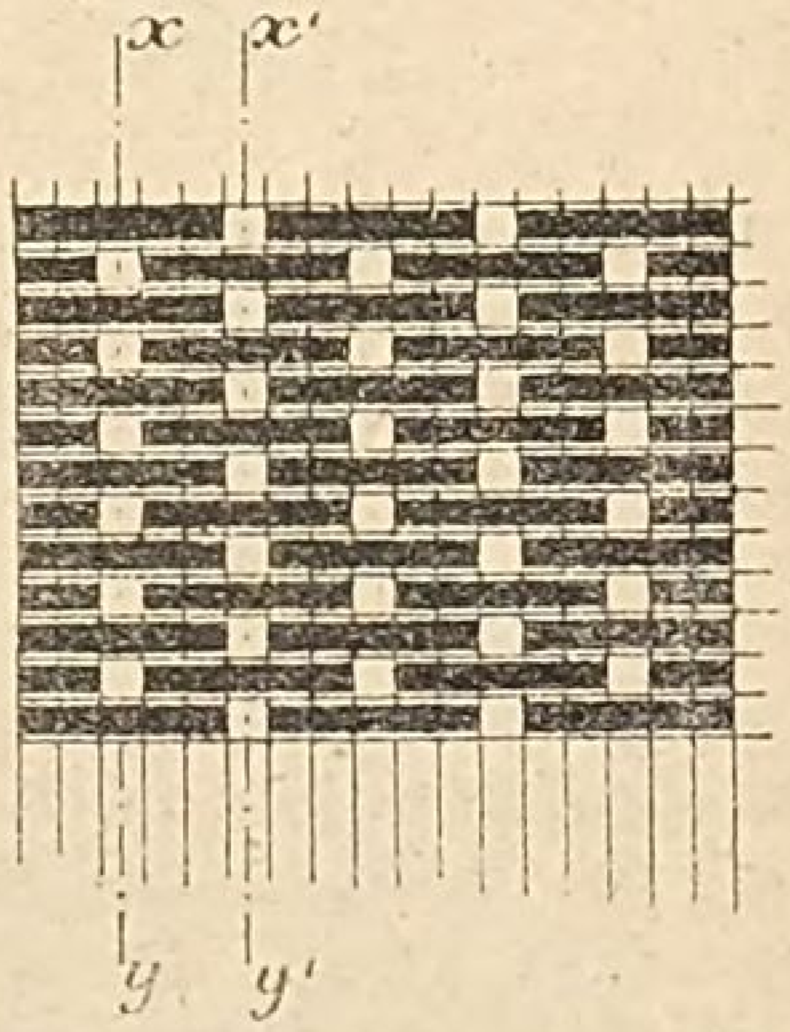


Fig. 5483.



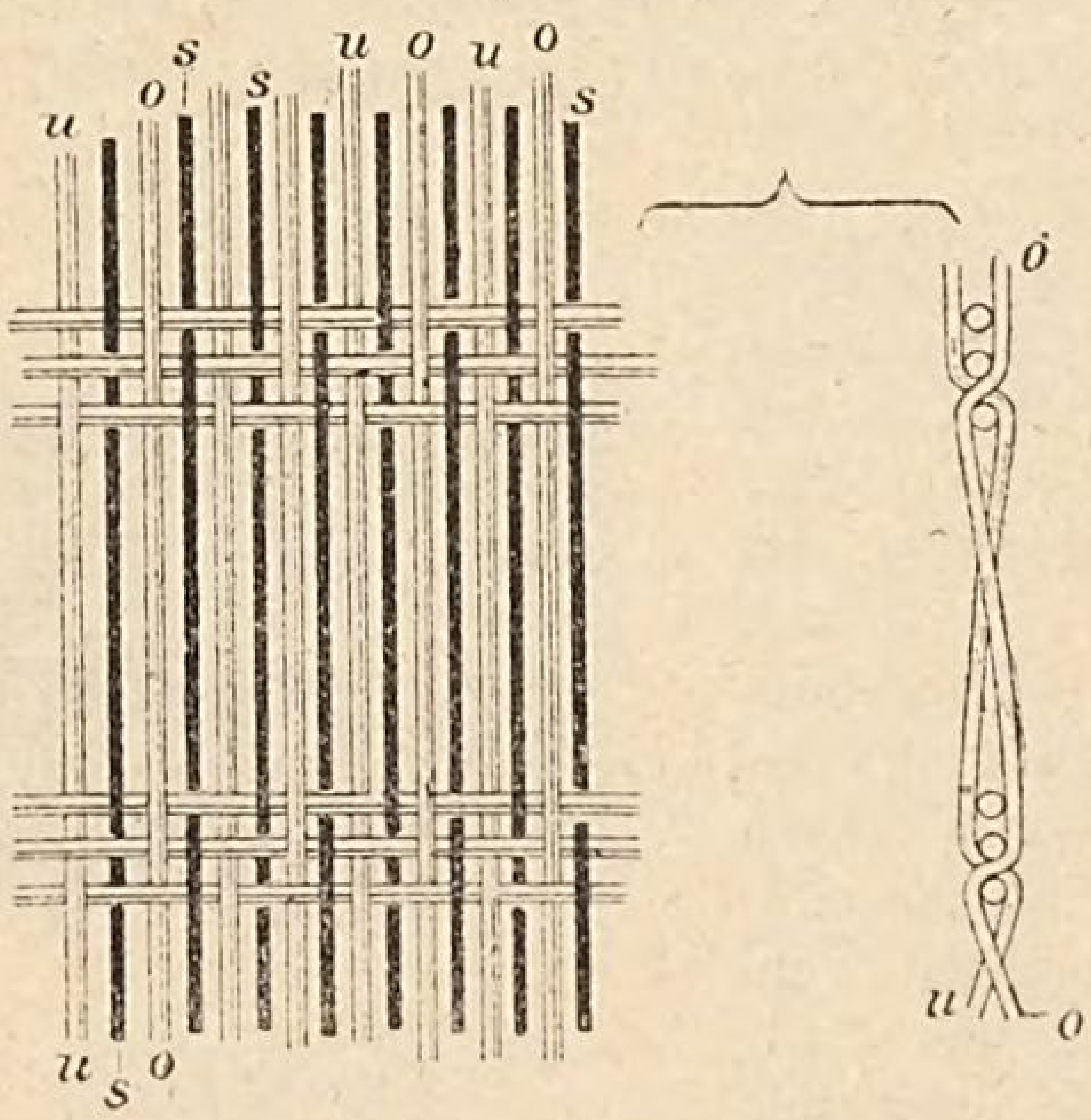
Manchester.

*) Vgl. Muster-Zeitung, Berlin, Theob. Grieben, 1884 pag. 162; The London Journal of arts, sciences and manufactures. Conj. Series V. 44 pag. 198; Engl. Patente 1873 Nr. 1704; 1874 Nr. 184; 1875 Nr. 3570; The Textile Ricord VI 132, 193.

F r o t t i r s t o f f, englischer H a n d t u c h s t o f f, ist ein Gewebe, welches beiderseits zahlreiche, aus Kettenfäden gebildete Schlingen aufweist. Seine Herstellung hat mit jener des Ritzersammtes keine Aehnlichkeit.

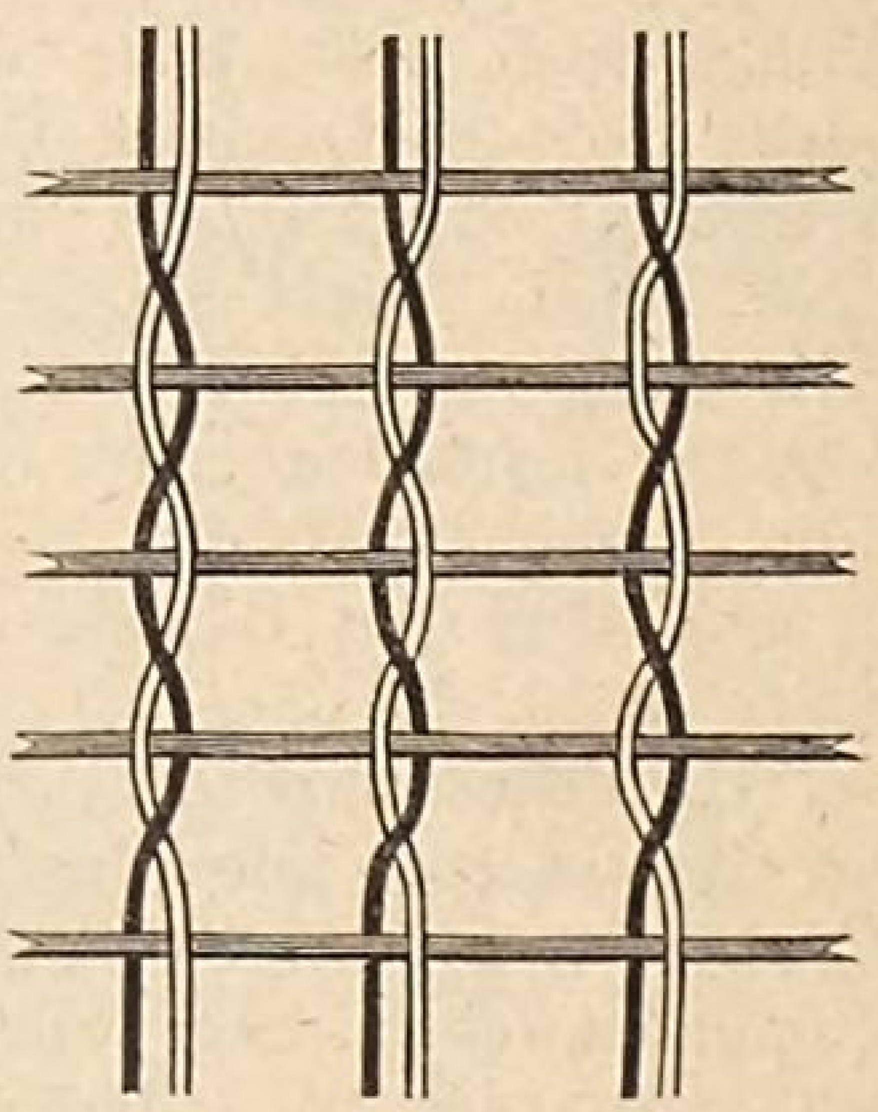
Bei der Bildung dieses Stoffes findet eine stark gespannte und eine schwach gespannte Kette Anwendung, daher zwei Kettenbäume und werden, nach Herstellung eines glatten Saumes, je d r e i Schussfäden dicht aneinander, aber im Abstande von 6 bis 8^{mm} von dem letzten Schussfaden eingeschossen und dann gemeinsam gegen die früheren Schussfäden angeschlagen. Diese Schussfäden ziehen die schwach gespannte Kette mit, während sie sich über die scharf gespannte hinschieben; erstere legt sich hierbei in Schlingen u. zw. die Fäden *o*, Fig. 5484, an der oberen, *u* an der unteren Gewebsseite. Die schwarz gezeichneten Kettenfäden *s* sind jene scharfer Spannung. Der Frottirstoff kann seines Fadenreichthums wegen viel Wasser aufnehmen und eignet sich in ausgezeichneter Weise zu Handtüchern, Bademänteln u. dgl. Die Fäden *o* bilden n u r o b e n, *u* n u r u n t e n Schlingen. Aus der Figur ist ersichtlich, dass vier verschiedene Lagen von Kettenfäden und nur drei verschiedene Lagen von Schussfäden vorhanden sind, demnach bedarf der Webstuhl vier Schäfte und drei Tritte.

Fig. 5484.



Frottirstoff.

Fig. 5485.



Gaze.

G a z e a r t i g e G e w e b e (*gaze — gauze*) (Müllergaze, Seidengaze, Barège). Dieses Gewebe, welches bereits im Art S i e b e besprochen wurde, zeichnet sich dadurch eigenthümlich aus, dass zwischen je zwei Schussfäden eine Kreuzung der Kettenfädenpaare stattfindet, wie dies Fig. 5485 zeigt. Je zwei Kettenfäden sind immer durch dasselbe Blatt oder Riet des Weberkamms gezogen, laufen daher stets dicht neben einander im Gewebe hin und sind von dem nächsten Kettenfadenpaare durch einen kleinen Zwischenraum getrennt, welcher dadurch bedingt ist, dass zwischen je zwei Kettenfädenpaaren ein Blatt des Kammes leer bleibt. Wie aus der beistehenden Figur ersichtlich ist, liegt der eine Kettenfaden jedes Paares s t e t s ü b e r, der andere s t e t s u n t e r den Schussfäden. Der erstere, welcher stets Oberfach macht, heisst S c h l i n g- oder P o l f a d e n, der letztere stets Unterfach bildend, S t ü c k f a d e n. Alle Polfäden sind gemeinsam auf einen Kettenbaum gewickelt und schwach gespannt, hingegen besitzt der die Stückfäden tragende Kettenbaum kräftige Spannung. Ist die Pol- und die Stückkette, wie dies bei Herstellung gröberer Gaze der Fall ist, nicht sehr dicht, so genügt je ein Flügel für jede dieser Ketten; für feine Gaze wendet man je zwei Schäfte an. Ausserdem muss aber noch eine Vorrichtung vorhanden sein, durch welche die F a d e n k r e u z u n g erzielt werden kann, denn durch zwei Schäfte allein,

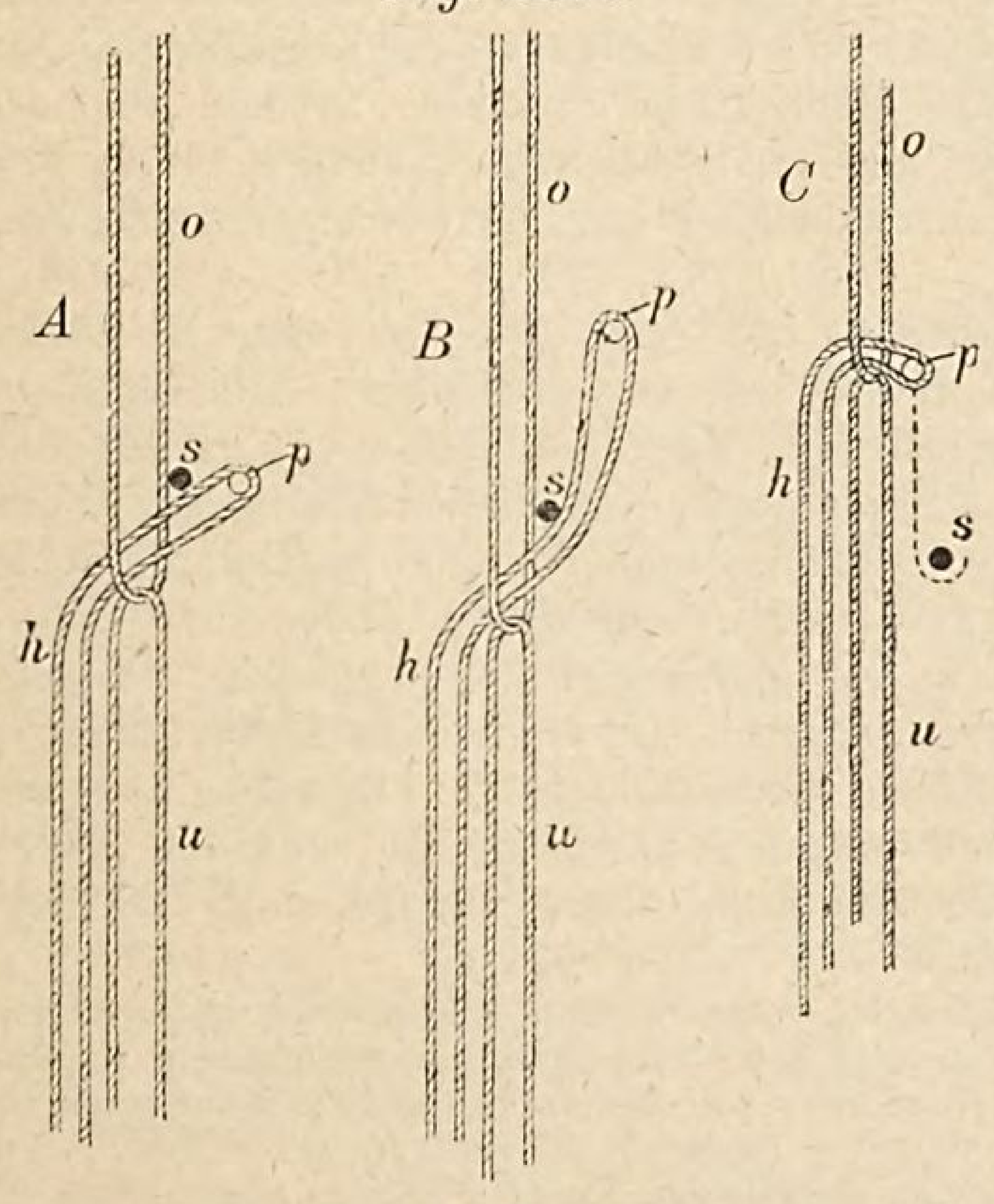
würde blos leinwandartige Bindung erzielt werden können, und diese ist hier ausgeschlossen.

Jene Fachbildung, wie sie für den obersten, den 3., 5. etc. Schuss der Fig. 5485 erforderlich ist, das sogen. offene Fach, lässt sich wohl durch Treten des „weichen" Trittes, welcher den Polflügel hebt, den Stückflügel senkt, erzielen; um jedoch die Schussfäden 2, 4, 6 ... zu erhalten, müssen die Polfäden, damit die Kreuzung entsteht, um die Stückfäden herum gezogen werden. Zur Bildung dieses Faches, Kreuzfach genannt, dient ein dritter Flügel und ein Halbflügel (oder bei dichter Kette deren zwei), welche mit Bezug auf eine jetzt veraltete, aber einfachere Vorrichtung den Namen Perlkopf führen.*)

Der ganze Flügel des Perlkopfes hat Litzen, welche aus Oberlitze *o* und Unterlitze *u*, die sich einfach übergreifen, bestehen. In diese Litzen sind keine Kettenfäden, sondern die halben Litzen *h* (Stelzen) des Halbschaftes gezogen und erst durch jede Stelze geht ein Polfaden. Denken wir das offene Fach, durch Treten des weichen Trittes gebildet, so hebt sich der Polschaft. Damit die Stelzen das Heben der Polfäden nicht hindern, muss auch der Halbschaft sich heben. Hierdurch gerathen die Stelzen aus der Lage Fig. 5486 *A* in jene der Fig. 5486 *B*.

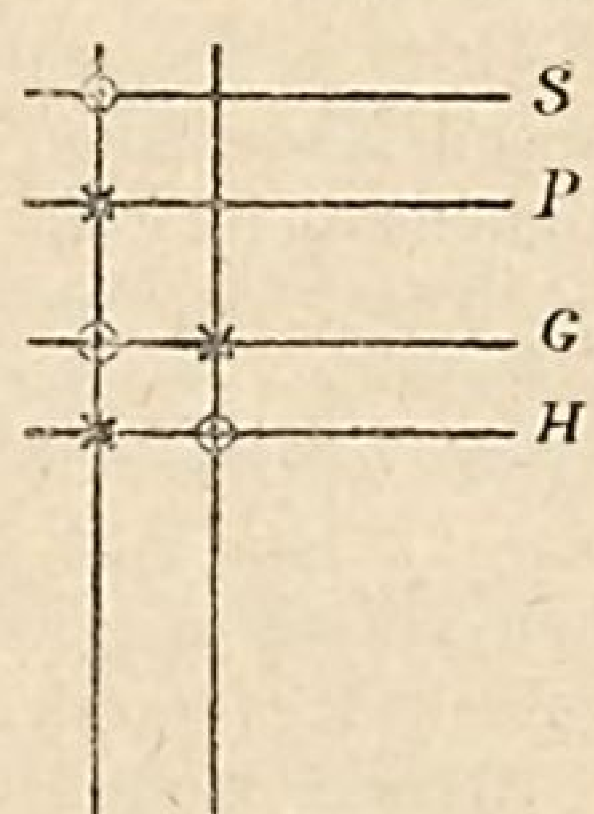
Bildet man hingegen das Kreuzfach, so steigt der Ganzschaft des Perlkopfes, während der Halbschaft nicht gehoben wird, hierdurch zieht die Oberlitze *o* die Stelze *h* um den Stückfaden herum in die Lage, Fig. 5486 *C*, wodurch ein Kreuzen der Kettenfäden des Paares (jedes Paares) erfolgt und Schuss 2 eingeschossen werden kann.

Fig. 5486.



Litzen des Perlkopfes.

Fig. 5487.



Weberzettel für Gaze.

Das Weberzettel kann für eine grobe Gaze durch Fig. 5487 dargestellt sein. *w* bezeichnet den weichen, *h* den harten Tritt. *w* hebt nur den Polflügel *P* und den Halbflügel *H*, während der Stückflügel nicht gesenkt wird, ebenso der Ganzschaft *G* in Ruhe bleibt, was durch die kleinen Kreise angedeutet ist. Der harte Tritt *h* hebt *G*, senkt den Stückflügel *S* und den Polflügel *P*, lässt jedoch *H* unbewegt. Für dichtere Kette wendet man zwei Pol- und zwei Stück-

*) Vgl. Prechtls technol. Encyclopädie 20 pag. 390.

flügel, sowie zwei Ganz- und Halbschäfte an, für besonders dichte Kette selbst drei Flügel jeder Sorte.

In der beschriebenen Weise stellt man glatte Gaze her. Es kann aber die Gaze auch als Grund für broschirte Muster dienen oder es wechseln Gaze-Streifen mit Taffet- oder Köperstreifen ab, oder endlich benützt man das der Gazebildung zu Grunde liegende Princip der Fadenkreuzung zur Bildung durchbrochener Stoffe.

Die Gaze, welche aus Rohseide hergestellt wird, dient meist in der Müllerei zu Siebzwecken unter dem Namen Seidengaze auch „Mehl- und Griesgaze", wobei letztere beiden Benennungen nicht durch die Dichte der Einstellung bedingt sind, sondern durch das andere Verhältniss der Fadenstärke zur Maschenweite. Unter Barége bezeichnet man einen gazeartig gewebten Stoff, dessen Kette entweder feiner Baumwollzwirn oder Rohseide und dessen Schuss Kammgarn ist. Der Schuss ist weich, wesentlich dicker als die Kette, das Gewebe äusserst leicht und zu Sommer-Damenkleidern geeignet.

Durchbrochene Stoffe, bezw. Muster (*étoffes à jour*) werden dadurch gebildet, dass einzelne Kettenfäden mit einander zur Kreuzung gebracht werden, welche durch den Schuss festgehalten wird. Es kann hierzu entweder das Gazegeschirr oder der Stichstab, welcher an der Lade angebracht ist, dienen. Im ersteren Falle kann der Perlkopf entweder nur die Kreuzung zweier unmittelbar nebeneinander liegenden Kettenfäden bewirken, oder derselbe kann den Polfaden auch über mehrere Kettenfäden zur Kreuzung bringen. Die Lage und Zahl der mit dem Perlkopf in Beziehung gebrachten Kettenfäden lässt sich zudem mannigfach abändern. Man kann ferner nach gewissen Regeln mehr oder weniger Schussfäden zwischen zwei Kreuzungen einschiessen und abwechselnd über eine gewisse Zahl von Schussfäden das offene Fach mit dem Kreuzfach regelmässig wechseln lassen, dann aber mehrere Schuss hintereinander in das „offene" Fach eintragen; endlich kann man selbst mehrere Kettenfäden, ähnlich einem Polfaden, mit mehreren anderen, welche zusammen einem Stückfaden entsprechen, sich kreuzen lassen.*)

Der Stichstab hat Aehnlichkeit mit dem, bei der gestickten Arbeit besprochenen Nadelstabe, nur haben die Nadeln des Stichstabes kein Oehr, sondern sind Hakennadeln. Ist ein entsprechendes Fach gebildet, so wird der Stichstab niedergedrückt und es gehen die Nadeln durch die offenen Theile des Oberfaches hinab, werden zunächst im Fache seitlich verschoben, dann ins Unterfach gedrückt und nach seitlicher Rückbewegung mit den ergriffenen Fäden des Unterfaches gehoben. Indem man die Nadeln in der gehobenen Lage zunächst belässt, das Oberfach jedoch senkt, so erhält man ein Fach mit gekreuzten Kettenfädengruppen, deren Kreuzung durch einen kräftigen Schussfaden, Stichfaden, festgehalten wird. Hierauf bringt der neuerlich gesenkte Stichstab die von den Nadeln gehobenen Fäden wieder in ihre natürliche Lage, lässt sie frei und wird auf demselben Wege wieder zurückgezogen.**)

An einem sehr einfachen Beispiel soll gezeigt werden, wie mittelst des Gazegeschirres in Musselin oder einem ähnl. leinwandartigen, schütteren Stoffe durchbrochene Längsstreifen gemacht werden können. Man schert die Kette mit regelmässigen leeren Zwischenräumen und zieht sie entsprechend ein, so dass z. B. durch 20mm Breite je 50 Kettenfäden kommen, dann 4mm leer bleiben u. s. w.; rechts und links von dem leeren Streifen ist das angrenzende Kettenfadenpaar als Stück- und Schlingfaden in das Gazegeschirr gezogen, diese Fäden können daher offenes und Kreuzfach bilden, während die übrigen Kettenfäden die zur leinwandartigen Bindung erforderlichen Fache liefern. Schiesst man nun ein, so binden 50—4 = 46 Kettenfäden im Streifen leinwandartig. Lässt man dasselbe Kreuzfach für z. B. vier aufeinanderfolgende Schussfäden wirken, hierauf das offene Fach auch für vier Schussfäden, so ziehen die gekreuzten Fäden die Schussfäden, welche nebenan leinwandartig binden, zusammen und die leeren Streifen erscheinen dadurch leiterartig mit stärkeren Fäden durchquert. Der leere Streifen kann ein gegittertes Aussehen erhalten, wenn man in dessen Mitte noch einen

*) Die hierzu benützte Vorrichtung verwendet keinen Halbschaft, s. Mitth. des Vereins für Gewerbfleiss 1858 pag. 136.

**) S. Mittheilungen des Gewerbevereines f. Hannover 1856 pag. 93.

Pol- und Stückfaden anbringt, welcher mit seinen Kreuzungen auch vier Schussfäden zusammenschiebt, aber nicht dieselben obigen vier, sondern je zwei von jeder der oberwähnten Vierergruppen.

Decomposition. Um einen Stoff nachahmen zu können, hat man zunächst Gattung (Fasermaterial) und Nummer des Ketten- und Schussgarnes zu ermitteln, ferner die Zahl der Kettenfäden und jene der Schussfäden auf die Längeneinheit, als welche man 1^{cm} oder 5^{mm} in den Zirkel nimmt und mittelst eines einstellbaren Weberglases unter Zuhilfenahme einer Nadel abzählt. Mit Bezugnahme auf die bekannte oder gewählte Stoffbreite bestimmt sich die Gesammtzahl der Kettenfäden (Einstellung), daher auch mit Rücksicht auf die zur Verfügung stehenden Spulen im Gestelle, die Zahl der beim Schweifen zu machenden Gänge (die Schweiferei) pag. 458). Man nennt Conto die Zahl der Zähne des Weberkammes und ist dieselbe selten gleich der Einstellung, da meist mehr als ein Faden, oft 2, 3, 4 . . ., auf einen Zahn kommen. Die Zahl der Schäfte und Tritte bestimmt sich durch Aufstellung des Weberzettels aus der Betrachtung der Bindungsweise des Gewebes. Ist z. B. 2000 die Einstellung, werden 8 Schäfte bei geradem Einzug erfordert, so ist die Zahl der Litzen jedes Schaftes gleich $^1/_8 \,.\, 2000 = 250$. Die Angabe der Schaftzahl und der Litzenzahl in jedem Schafte nennt man zusammen Werk. Die Zahl der Schussfäden (Schusszahl) pr. 1^{cm} oder 1^{dm} des Gewebes bedingt bei besseren Webstühlen die entsprechende Einstellung des Regulators. Bei gemusterten Geweben ist es erforderlich die Zahl der Ketten und der Schussfäden innerhalb des Musters, d. i. bis zur Wiederholung (Rapport) auszuzählen. Dann bestimmt man sich ebenfalls die Zahl der Ketten und Schussfäden auf die Längeneinheit und wählt sich nach deren Verhältniss das Tupfpapier *(Carta rigata)*. Gehen z. B. 80 Kettenfäden auf 1^{cm} und 40 Schussfäden, so wird man ein Tupfpapier wählen, dessen kleinste Rechtecke in diesem Verhältnisse (8 zu 4 oder 10 zu 5 oder 16 zu 8) stehen. Man paust sich hierauf das Muster mit einer Nadel auf Glaspapier, fährt die leicht eingeritzten Striche mit Tusche nach und klebt diese Pause auf die entsprechend gewählte *Carta rigata*. Jedes kleine Rechteck (Auge) dieses Tupfpapieres entspricht einer bestimmten Zahl Kettenfäden z. B. n und derselben Zahl Schussfäden und ist demnach das Muster n-mal vergrössert in das Tupfpapier einzuzeichnen, damit eben jedem Ketten- und Schussfaden der Zwischenraum zwischen zwei Linien entspricht. Wo, wie meistens, die eigentliche Figur mit dem Grunde wechselt, ist es nicht nöthig, alle Bindungen im Grunde in das Tupfpapier einzutragen, sondern es genügt die Grundbindung am Rande des Papiers anzugeben, wo auch die häufig abweichende Bindungsweise der Leiste markirt wird.

Kommt bei brochirten Stoffen sowohl ein Figur bildender Grundschuss als ein besonders gefärbter Figurschuss zur Anwendung, so ist es nicht nöthig in der Patrone oder dem Tupf für jeden Schuss eine Zeile zu verwenden, sondern man kann Grund- und Figurschuss gleichsam (wie im Gewebe) als übereinander liegend ansehen und hat sie mit verschiedenen Farben einzutragen, später aber beim Leviren (s. pag. 477) jede Zeile doppelt zu nehmen, zuerst für den Grundschuss und hierauf für den Figurschuss. — Als Beispiel der Decomposition eines glatten Gewebes diene Folgendes:

Breite 1^m, in 1^{cm} 30 Kettenfäden, daher Einstellung 3000 Kettenfäden, Baumwollgarn Nr. 40.

Conto: 1500 Zähne à 2 Fäden.

Werk (entsprechend dem Weberzettel, welches geraden Einzug u. 4bindigen Köper aufweist) 4 Schäfte à 750 Litzen.

Schweiferei: (Spulengestelle habe 60 Spulen) $3000 : 60 = 50$, somit 50 Gänge (halbe Gänge, s. pag. 459) à 60 Fäden; die Länge jedes Ganges entspricht der Länge des Stoffes unter Berücksichtigung des Einwebens. Letzteres kann näherungsweise durch Ausziehen eines Kettenfadens aus dem Muster, Strecken desselben und in Vergleichstellung der Länge des gestreckten Fadens mit der Länge des Musterstückes bestimmt werden.

Schusszahl: 20 Schussfäden auf 1^{cm}, Garn Nr. 18. Die Garnnummer lässt sich nur näherungsweise durch Vergleich ermitteln.

Gebräuchliche Handelsnamen der gangbarsten Gewebe.

Zu den leinwandartigen Geweben oder Geweben mit Leinwand-Bindung gehören:

a) Aus Baumwollgarn: der *Kattun, Schirting* (Futterkattun), *Kambrik* (Hemdenkattun), *Perkal, Kaliko* (Druckperkal), *Battist, Musselin, Organdy* oder *Mull, Linon, Baumwollstramin.* Die Reihenfolge entspricht der Hauptsache nach der zunehmenden Fadenfeinheit, Linon und Stramin sind zudem schütter gewebt.

b) Aus Flachs- oder Leinengarn: *Segeltuch, Sackleinwand, Leinwand, Battist.*

c) Aus Streichgarn: *Tuch, Fries* oder *Flaus* oder *Coating, Velour, Molton, Flanell* (Coating, Molton und Flanell kommen auch geköpert vor).

d) Aus Kammgarn: *Kamelott* oder *Kammlot, Orléan, Perkan, Krepp* oder *Krepon* (durch eine eigenartige Appretur, welche durch Reibung eine wellenförmige Lage der Schussfäden erzielt, gekennzeichnet), *Moir* oder *Moor* durch Moiriren besonders appretirt, (ebenso der gröbere *Moreen*), *Woll-Stramin, Woll-Musselin, Poil de chèvre* u. a.

e) Aus Seide: *Tafft, Marzellin Lüstrin*; — *Gros* sind Stoffe mit sehr dickem Schuss, gewöhnlich aus Tramaseide, hergestellt, hierher gehören *Gros de Naples, Poult de soie, Gros de Tours, Grosgrin* (Schuss, Baumwolle); *Foulard*; *Seiden-Stramin*; *Krepp*, durch Appretur gekraust.

Geköperte Gewebe:

a) Aus Baumwollgarn: Baumw. *Merinos*, 3- oder 4bindiger Köper; *Drill* oder *Drell*, 3bind. Köper; *Satin* oder *englisch Leder* oder *Oriental* 5bünd. Atlas, sehr dicht; *Barchend* oder *Parchend*, der glatte, ungerauhte 4bind. gew. oder beidrechter Köper, zuweilen auch 5bind. Atlas, der gerauhte Barchend wird als 3-, 4- oder 5bind. Köper gewebt, Schuss stets dick und weich. Gefärbter und gerauhter Barchend heisst auch *Baumw.-Molton*, wenn sehr fein und dicht auch *englisch Leder.*

b) Aus Leinengarn: *Drell (Drillich, Zwillich, Zwilch).*

c) Aus Streichgarn: *Coating, Molton, Flanell* (s. oben), *Cassinet.*

d) Aus Kammgarn: *Merino* 3- und 4bind. Köper, Appretur glänzend; *Thibet* und *Kaschmir* haben matte, weiche Appretur; *Paramatta*, 3bind. Köper mit Baumwollkette; *Rasch*, 4bind. Köper, grobe Wolle; *wollener Atlas* meist 5bindig, *Serge*, 5- oder 7bind. Atlas, jedoch minder dicht und fein im Materiale als der Woll-Atlas. *Oelpresstuch*, 4bind. Köper aus grobem, langhaarigem Kammgarn.

e) Aus Seide: *Levantin* 4bünd. Köper; *Croisé* 8, auch mehrbindiger auch beidrechter Köper; *Drap de Soie*, sehr dichtes, lederartiges Gewebe, 3- bis 5bind. Köper; *Serge*, 4bind. beidrechter Köper; *Atlas*, gewöhnlich 8bindiges, atlasartiges Gewebe.

Gemusterte Zeuge:

a) Aus Baumwollgarn: *Dimity* oder *Wallis*, aus Köper-Längsstreifen, 3- oder 5bindig, Köper mit vorwaltend Schuss oben, wechselt mit Köper mit vorwaltend Kette oben. Eine ähnliche Webart zeigt der *gestreifte Barchend* und der *baumw. Drell.* Verschiedene Muster weist der *halbbaumwollene Damast* auf.

b) Aus Leinengarn: *Drell* mit Streifen oder Steinmustern, *Damast* (*Leinendamast*) weist verschiedene, oft grosse Muster auf.

c) Aus Streichgarn: *Buckskin*, meist kleingemustert, *Lama.*

d) Aus Kammgarn: *Beinkleider* und *Westenzeuge, Schuh-Kord*, gemusterte *Thibets, Wollen-* oder *Möbel-Damast, Shawls.*

e) Aus Seide: *Droget, Chagrin, Satinet*, bei welchen gleichartiges, doch eigenthümliches Aussehen erzielt ist; zu den kleingemusterten gehören: *Parisienne,*

façonnirter Levantin, faç. Gros, faç. Atlas; zu den grossgemusterten gehören: *Seiden-Damast, Brillantstoffe* und *broschirte* (*lancirte*) *Stoffe*.

Literatur: Aus der sehr reichhaltigen Literatur seien ausser den bereits erwähnten Werken nur hervorgehoben:

Bartsch, Joh. Geo.: die Vorrichtungskunst der Werkstühle für die ges. Seiden- und Wollmanufactur 2. Bd. Wien 1832—1833 (Wimmer). Ein altes, aber vorzügliches Werk.

Traité encyclopédique et méthodique de la fabrication des tissus p. P. Falcot, 2. Édition Mulhouse, Risler 1852. Ein sehr eingehendes und ausgezeichnet illustrirtes Werk. Ein Band Text und ein Band Tafeln.

Oelsner: Die deutsche Webschule, 6. Aufl. Altona, Ant. Send, 1888.

Allgem. Zeitschrift fur Textil Industrie, Chemnitz.

„Les Tissus" de L. Bertin, Elbœuf. Eine Specialzeitschrift für die Erzeugung von Beinkleider- und Paletots-Stoffen, welche Stoffproben, Bindungszeichnungen und Angaben über Nuancirung u. s. w. enthält. Der Preis wurde auf der Pariser Ausstellung 1878 zu 300 Fr. per Semester angegeben. *Kk.*

Weberei mechanische (*tissage mécanique — powerloom-weaving*) umfasst in weiterem Sinne sämmtliche, bei der Herstellung der Gewebe vorzunehmende Arbeiten, welche mit Hilfe von mehr oder weniger selbstthätig wirkenden Maschinen ausgeführt werden; im engeren Sinne das eigentliche Weben mit Hilfe von selbstthätig arbeitenden Webstühlen, den mechanischen Webstühlen oder Kraftstühlen (*métier à tisser mécanique — powerloom*). Je nach der Art des verwendeten Materials und der erzeugten Gewebe, sowie nach der Grösse und Einrichtung des Betriebes sind die Vorarbeiten zum Weben vielfach noch Handarbeit (z. B. in der Tuchweberei), während anderseits auch diese zumeist auf maschinellem Wege (z. B. in der Baumwollweberei) durchgeführt werden. Es ist die erstere Methode noch viel in solchen Industriegegenden vorhanden, in welchen sich der Uebergang von der Hand- zur mechanischen Weberei vollzieht. Bezüglich dieser Art Arbeiten sei auf den vorhergehenden Artikel (Handweberei) verwiesen, während die anderen Arbeiten und die dabei verwendeten Maschinen im Folgenden besprochen seien.

Als Uebergang zwischen der Hand- und mechanischen Weberei möge die Anwendung des sog. mechanischen Handwebstuhles, als dessen Hauptrepräsentanten man den Stuhl von Laeserson und Wilke*) ansehen kann, Erwähnung finden. Es ist dies eine Art mechanischen Webstuhles, welcher durch einen Handhebel oder Fusstritt vom Arbeiter bewegt wird und alle Arbeiten sonst selbstthätig ausführt. Der Vortheil der schnelleren Arbeit wird wohl erreicht, bis auf den einen Umstand, dass der Arbeiter physisch nicht im Stande war, den Stuhl den ganzen Tag zu bewegen und war dadurch der hervorgehobene Hauptvortheil des Stuhles, der Hausindustrie zu nützen, nicht erzielt und findet derselbe wenig Anwendung.

Die mechanische Weberei stammt aus England. Als der eigentliche Erfinder des mechanischen Webstuhles ist Edmund Cartwright anzusehen, der sich denselben 1785 patentiren liess.**) Es war dies kurze Zeit nach der Erfindung der Waterspinnmaschine durch Arkwright und der Mule-Jenny durch J. Hargreaves und Crompton, welche durch ihre vermehrte Garnproduction dazu anregten. Kurz darauf (1813) war in England eine grosse Zahl von Kraftstühlen in der Baumwollweberei thätig.

Fast gleichzeitig (1787) hatte auch Dr. James Jeffray einen Kraftstuhl construirt, welcher bald darauf wie der Cartwright'sche Stuhl vielfache Verbesserungen und Erweiterungen erhielt. 1802 führte William Radcliffe die mechanische Schlichterei ein, wodurch den mechanischen Webstühlen die Bahn eröffnet war. Später wurde in Amerika der Kraftstuhl von Francis C. Lowell selbständig construirt und der schottische Webstuhl von William Gillmour dahin verpflanzt. Am Continente wurde der mechanische Webstuhl durch Bouwens und Lonsberg, später durch Cockerill eingeführt. 1829 wurden im Elsass, 1835 in Süd-

*) Oesterr. Wollen- u. Leinen-Industrie, Jahrg. 1884 pag. 372; Textile Manufacturer, Jahrg. 1884 pag. 467, D. R. P. 26271; Dingl. pol. Journ. 256 pag. 162.

**) Bilder und Studien zur Geschichte vom Spinnen und Weben von Dr. H. Grothe, Berlin 1875.

deutschland und Sachsen grössere mechanische Webereien angelegt. Während England namentlich den sog. englischen Webstuhl (Bradford-System) verbesserte und ausgestaltete, wurde in Deutschland (Sachsen) dem Tuchwebstuhl erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt, der 1836 von L. Schönherr (damals in Plauen) construirt wurde und heute vielfach verbessert neben dem Cromptonstuhl aus Amerika (seit 1867) in ausgebreiteter Verwendung steht.

Seit dieser Zeit sind eine grosse Zahl von Verbesserungen und Erfindungen von mehr oder weniger grossem Werthe in England, dem Continente und Amerika eingeführt worden und seien von den vielen bekannten Constructeuren und Webstuhlbauern nur die wichtigsten derselben erwähnt. In England: George Hodgson in Bradford, G. Hattersley und Son in Keighley, H. Livesey in Blackburn, George Keighley in Burnley u. s. w. (für leichte schnellgehende Stühle); Atherton Brothers in Preston (Leinenstühle und Vorbereitungsmaschinen); Platt Brothers in Oldham, Hutchinson u. Hollingworth in Dobcross (für Tuchstühle); John Crossley in Halifax (für Teppichstühle); Howard und Bullough in Accrington (für Vorbereitungsmaschinen) u. s. w. In Deutschland: Sächs. Webstuhlfabrik vorm. L. Schönherr (für Tuchstühle), Sächs. Maschinenfabrik vorm. R. Hartmann in Chemnitz (für Tuch- und leichte Stühle). In Oesterreich R. J. Gülcher in Biala, Otto Müller in Harzdorf. In der Schweiz C. Honnegger in Rüti (für Seiden- und Baumwollstühle). In Amerika G. Crompton in Worcester, Mass. (für Tuchwebstühle), J. Lyall in New-York u. s. w.

Die Vorbereitungsarbeiten der mechanischen Weberei sind dieselben wie bei der Handweberei und umfassen die für die Kette und die für den Schuss. Es müssen dieselben jedoch mit Rücksicht auf die grosse Geschwindigkeit der mechanischen Stühle und der dadurch bedingten stärkeren Inanspruchnahme des Fadens noch viel exacter ausgeführt werden, als dies für die Handweberei nothwendig ist. Es hängt von denselben wesentlich die Güte des Fabrikates sowie die Oekonomie des ganzen Betriebes ab, da durch eine schlecht vorbereitete Kette ein oftmaliges Anhalten des Stuhles bedingt ist, wodurch grosse Zeitverluste entstehen.

Die hier zur Verwendung kommenden Maschinen zeigen je nach dem zu verarbeitenden Material, und der Methode der Vorbereitung die verschiedensten Einrichtungen, welche mit Bezug auf die grössere Leistungsfähigkeit mit mannigfachen Sicherheits- und Massvorrichtungen ausgestattet sind.

Die Arbeiten, welche mit der Kette auszuführen sind, umfassen:

Das Spulen oder Treiben,
das Scheren oder Zetteln,
das Schlichten und Leimen,
das Aufbäumen,
das Putzen oder Dressiren (in einzelnen Fällen),
das Einziehen in das Geschirr resp. das Andrehen,
das Blattstechen.

Die Vorarbeiten für den Schuss, welche jedoch nicht immer zur Ausführung kommen, da derselbe oft schon von der Spinnerei in der richtigen Form und Art geliefert wird und direct verwebt wird, sind:

Das Spulen,
das Nässen,
das Zwirnen und Doubliren, welch' letztere Arbeiten auch oft mit der Kette vorgenommen werden.

Vorarbeiten der Kette. Das Spulen oder Treiben (*bobinage — winding*) hat den Zweck, das Kettengarn von den Kötzern, Spulen oder Strähnen auf Scheibenspulen oder Pfeifen zu bringen, um es dadurch in einer bequemeren Form für die Schermaschine zu haben und gleichzeitig auch von anhängenden Fasern oder von starken Knoten zu befreien, welch' letztere namentlich durch Abschlagen derselben vom Blatte Fadenbrüche und Aufenthalte verursachen. Man verwendet hiezu die Kettenspul- oder Treibmaschinen (*bobinoir — winding frame*). Dieselben enthalten folgende Theile: die Spindeln, auf welche die Pfeifen aufgesteckt werden, den hin- und herbewegten Fadenführer, die Fadenreinigungsvorrichtung und die Lagerungen für die Haspel oder die Aufsteckvorrichtung für die Kötzer oder Spulen.

Die Pfeifen oder Spulen erhalten je nach der Feinheit und Art des Garnes verschiedene Grössen und ist die innere Länge der Spule 70 bis 235^{mm}, der Durchmesser der Scheibe 41 bis 145^{mm}.

Das Garn wird auf denselben in cylindrischen Schichten (oder ähnlichen) aufgewickelt und kann der Garnkörper die rein cylindrische oder eine bauchige Form haben. (Siehe unten). Nach dieser richtet sich die Art der Fadenführerbewegung. Die erstere Art ist besser, weil hiebei die Spule sich gleichmässiger dreht, die letztere hat den Vortheil, dass mehr Garn auf der Spule untergebracht werden kann, weshalb beim Scheren weniger Stillstand nothwendig ist.

Die Spindeln, auf welche die Spulen gesteckt werden, sind entweder vertical oder horizontal und werden nach diesen die Maschinen in solche mit stehenden Spindeln und in solche mit liegenden Spindeln unterschieden. Nach dieser Anordnung ist auch der Antrieb verschieden. Man hat Schnur- und entweder directen oder indirecten Frictionsantrieb.

Der erste ist blos bei verticalen, der zweite nur bei liegenden, der letzte bei beiden in Verwendung. Beim Schnurantrieb ist in der Mitte eine Blechtrommel gelagert, um welche die Schnüre so gelegt werden, dass eine Schnur gleichzeitig 2 Spindeln auf den beiden Seiten treibt. Beim indirecten Frictionsantrieb ist auf der Spindel eine kleine Frictionsscheibe, welche auf dem Rande einer Scheibe an der Antriebswelle mit ihrer ebenen (bei stehenden) oder cylindrischen Fläche (bei liegenden Spindeln) aufliegt. Beim directen Frictionsantrieb liegt die Spule mit ihrer Röhre (Garnfläche) auf der Betriebswalze auf. Die Spulen liegen in Schlitzlagern oder in abhebbaren Gabeln.

Die beiden ersteren Anordnungen haben den Nachtheil, dass sie das Garn mit veränderlicher Geschwindigkeit (je nach dem Durchmesser der Bewicklung) aufwinden und dadurch bei voller Spule leicht zu Fadenbrüchen Anlass geben. Bei der letzten Anordnung ist dies vermieden, wodurch eine gleichmässige Spannung des Garnes und eine grössere Production erzielt wird. Man kann derartige Maschinen jedoch nur für Spulen von bestimmter Länge verwenden. Letztere Anordnung benützt man auch bei Spulmaschinen mit sehr langen Spulen, auf welche gleichzeitig bis 40 Faden auf der Spule neben einander in Kreuzwindungen gewickelt werden.

Die Spindeln sind meist auf beide Seiten der Maschine vertheilt (symmetrische Anordnung). Bei stehenden Spindeln sind dieselben ausserdem auf jeder Seite in 2 Reihen abwechselnd gestellt, so dass also 4 Reihen vorhanden sind. Die Anzahl der Spindeln ist je nach der Spindelstellung verschieden und beträgt diese von 6 (bei liegenden) bis 400 (bei stehenden Spindeln). Die minutlichen Spindelumgänge sind ca. 400—700.

Die Befestigung der Spule auf der Spindel erfolgt durch einfaches Aufstecken oder durch eine Feder an der letzteren.

Der Fadenführer besteht gewöhnlich aus einer Schiene, in welcher sich die Fadenaugen befinden. Diese sind aus Draht, Porzellan oder Glas hergestellt und nach einer Seite offen, damit der Faden bequem eingelegt werden kann. Statt dessen wendet man auch ein Fadenführerblech an, welches mit engen Schlitzen versehen ist, durch die der Faden leicht hindurch geht, jeder Knoten aber (der beim Weben durch das Blatt abgeschlagen würde) aufgefangen wird, wodurch ein Abreissen des Fadens erfolgt, der dann, besser als beim Spinnen, wieder zusammengeknotet werden kann.

Die hin- und hergehende Bewegung des Fadenführers (bei 2reihigen Maschinen werden beide entgegengesetzt durch denselben Mechanismus bewegt) erfolgt entweder durch ein Mangelrad oder durch eine Herzscheibe mit Hebel. Die Bewegung des ersteren wird durch Zahnstangen mit Getriebe und Ketten, die an der Hubstange des Fadenführers befestigt sind, auf denselben übertragen.

Bei Herzscheiben sind Hebel und Ketten angewendet. Statt der Herzscheiben verwendet man auch Nutenscheiben oder Schraubentrommeln. Hiebei ist die Hubregulirung durch die veränderlichen Hebellängen leicht möglich. Die Form der Herzscheibe gibt dem Fadenführer die bestimmte Bewegung. Ist dieselbe gleichmässig, so ergibt sich die Form der Bewicklung als eine rein cylindrische. Ist die Bewegung derart, dass der Fadenführer gegen die Mitte der Spule sich langsamer bewegt und gegen die Ränder dagegen schneller, so erhält man die Spule mit bauchigem Garnkörper. Beide Methoden finden bei stehenden Spindeln Anwendung, bei liegenden dagegen wird nur die gleichmässige Bewegung benützt. Bei Anwendung des Mangelrades ist die Fadenführerbewegung im Allgemeinen gleichmässig; durch Anwendung eines excentrischen Zahnrades und gebogener Zahnstange kann die veränderliche Bewegung erhalten werden (s. Fig. 5488).

Die Fadenreinigungsvorrichtungen bestehen aus fest am Gestell oder am Fadenführer sitzenden Leisten, welche entweder mit grobem Plüsch oder Filz überzogen sind, oder Bürsten tragen, durch welche der Faden geht und die Unreinigkeiten zurücklässt. Auch das Fadenführerblech hat diesen Zweck. Dieselben bezwecken gleichzeitig eine Spannung des Fadens, um feste Spulen zu erhalten.

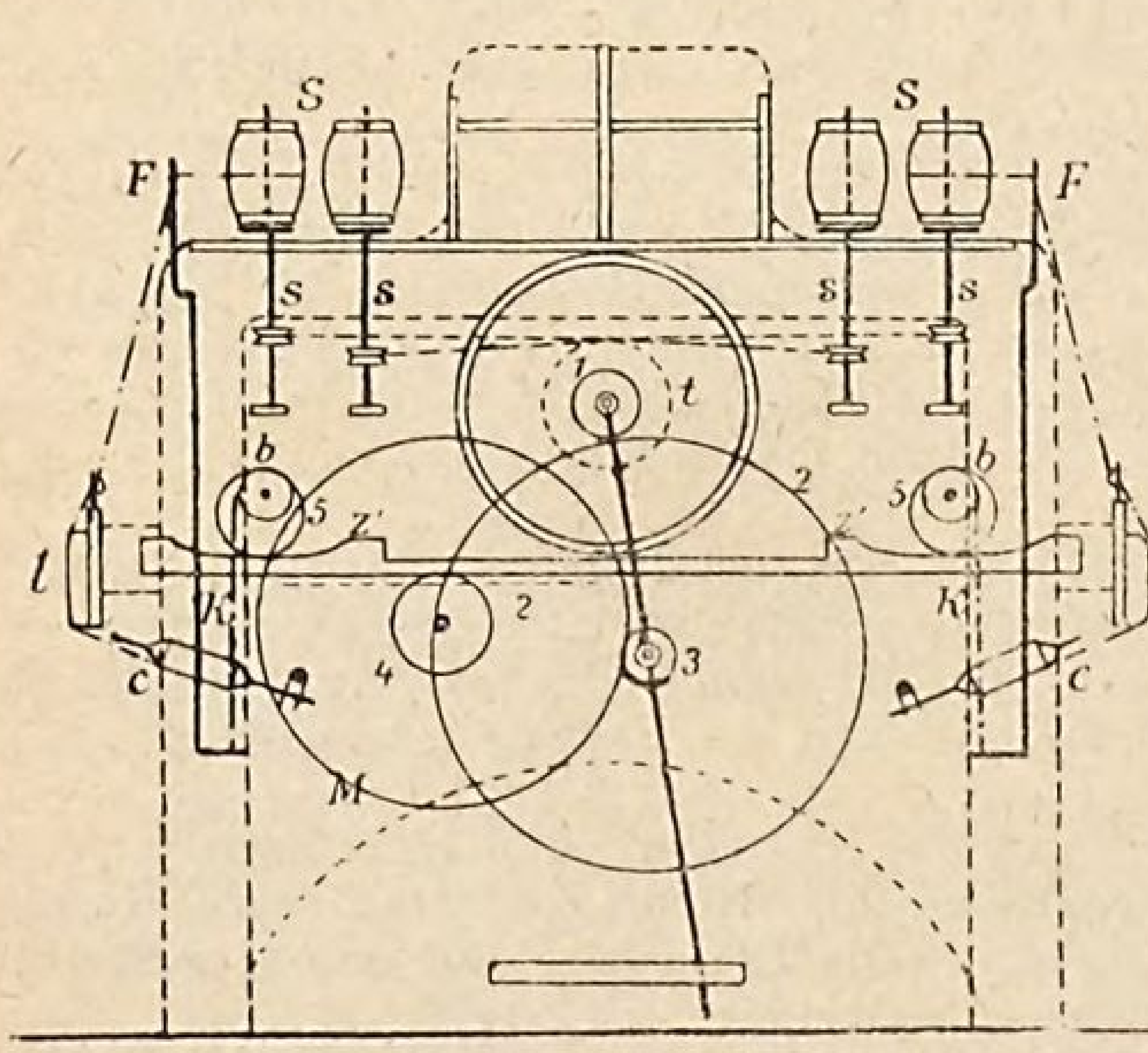
Zum Aufstecken des abzuspulenden Garnes wendet man für Strähne Haspel an, nach Art der gewöhnlichen 6armigen, zusammenschiebbaren Haspel (s. IV pag. 257 und unten Fig. 5490), oder solche, welche aus 2 Lattenrollen bestehen, wovon die obere fix, die untere in Führung verschiebbar oder an einem beweglichen Arme gelagert ist und behufs Spannung der Fäden auch belastet werden kann. Letztere Art gestattet auch verschieden lange Strähne aufzustecken, erstere nur bestimmte. Sie müssen leicht drehbar sein und damit der Haspel

beim Fadenbruch oder Anhalten der Spindel sich nicht weiter bewegt, sind dieselben gebremst, was meist durch Umlegen einer Schnur mit kleinem Gewichte geschieht.

Kötzer (Cops) werden auf eisernen oder hölzernen Spindeln aufgeschoben und diese in Leisten gesteckt. Für das Abwickeln des letzten Theiles der Cops muss die Spindel in Lagern im unteren Theil der Maschine drehbar eingelegt werden. Bei Waterspulen werden diese drehbar auf Spindeln aufgesteckt und gegen Vorlaufen gebremst.

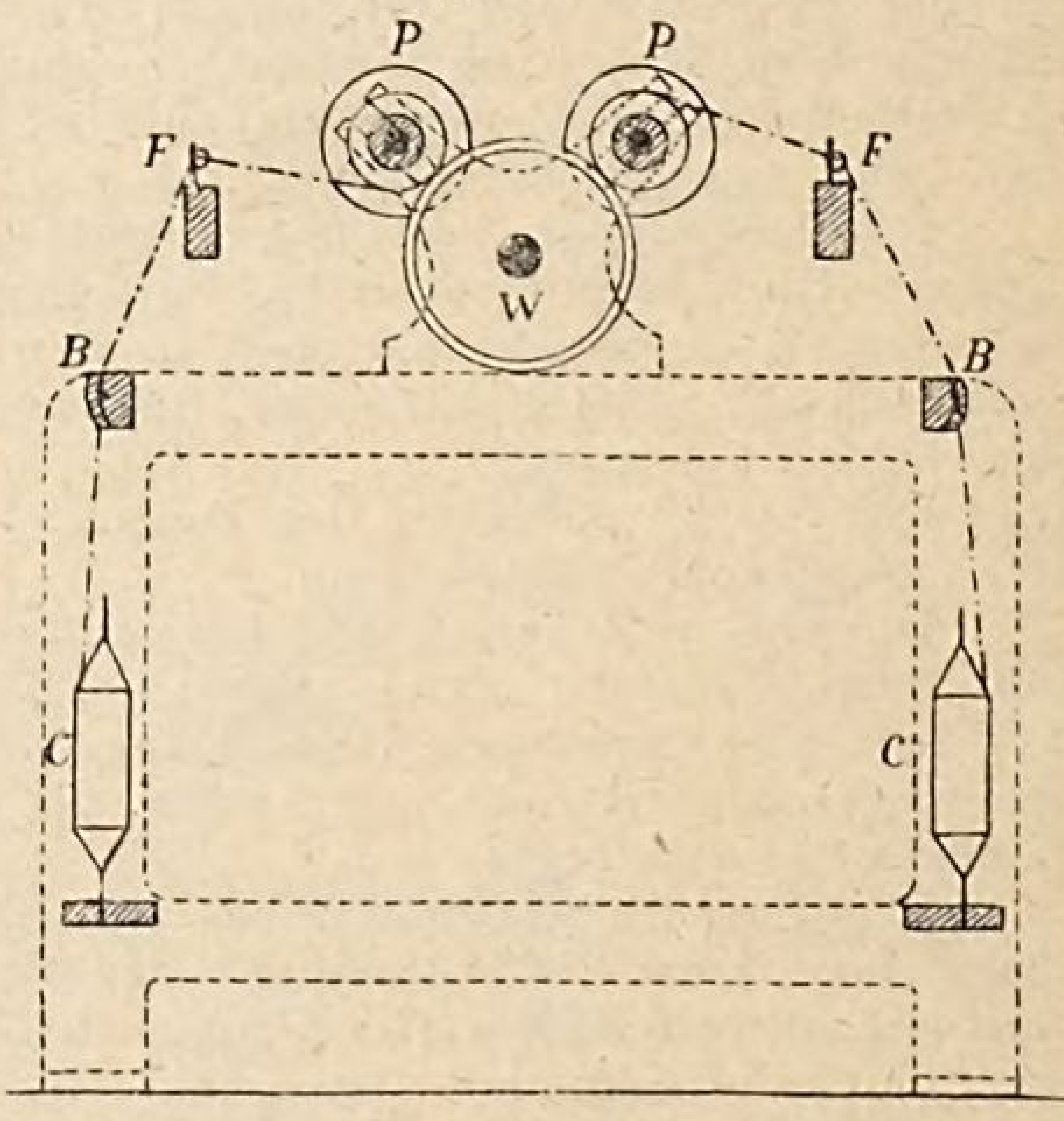
Im Folgenden seien einzelne typische Formen der Spulenmaschinen kurz beschrieben: Fig. 5488 ist eine Spulmaschine mit stehenden Spulen. Die Spindeln *s* sind in je 2 Reihen beiderseits gelagert und werden durch Schnüre von der Trommel *t* angetrieben. Die Spindeln sind mit einer Platte versehen, auf welcher die Spule *S* aufsitzt und durch die Reibung mitgenommen wird. Der Faden geht vom Kötzer *C* über die mit Plüsch oder Bürste bedeckte Schiene *l* und durch den Fadenführer *F* (welcher als Blech mit Schlitzen ausgeführt ist) zur Spule. Die auf- und abgehende Bewegung des Fadenführers wird von der Antriebswelle durch die Räder 1 und 2, das Getriebe 3 und das Mangelrad *M*, weiter durch die Getriebe 4 und 5 und die Zahnstangen *z* und *z'*, sowie die Kettenscheibe *b* und Kette *k* mit der Hub- und Führungsstange des Fadenführers vermittelt. Das Mangelrad *M* bewirkt in bekannter Weise die Umkehrung der Bewegung. Die Getriebe 5 sind excentrisch auf der Achse von *b* und werden durch die gebogene Zahnstange *z'* angetrieben, wodurch erstere mit verschiedener Geschwindigkeit (wie oben erwähnt) gehen und dadurch die bauchige Form der Bewicklung erzeugen. Diese Maschine findet für Baumwollgarn in Kötzer, Spulen- oder Strähnform Verwendung und ist von H o w a r d und B u l l o u g h in Accrington gebaut.

Fig. 5488.



Kettenspulmaschine mit stehenden Spulen.

Fig. 5489.



Kettenspulmaschine mit liegenden Spulen.

Die Kettenspulmaschine mit liegenden Spulen zeigt Fig. 5489. Hiebei ist eine Achse mit Frictionsscheiben *W* vorhanden, auf welchen die Spulen *P* aufliegen und dadurch directe Bewegung erhalten. Der Faden geht vom Kötzer *C* (oder Haspel) durch die Plüsch- oder Bürstenschiene *B*, den Fadenführer *F* zur Spule. Der Fadenführer erhält seine Bewegung durch eine Herzscheibe oder Nutentrommel und Hebel.*)

Eine andere Anordnung zeigt Fig. 5490 (blos eine Seite), welche hauptsächlich für Leinen und bunte Garne zur Verwendung kommt. Die Spule *P* ist in einer rücklegbaren Gabel *h* gelagert und liegt auf der Frictionswalze *w* direct

*) Eine ähnliche Ausführung von Rob. H a l l in Burg, jedoch mit oben gelagerten Haspeln, ist im Textile Manufacturer 1884 pag. 137. Dingl. polyt. Jour. Bd. 252 pag. 400.

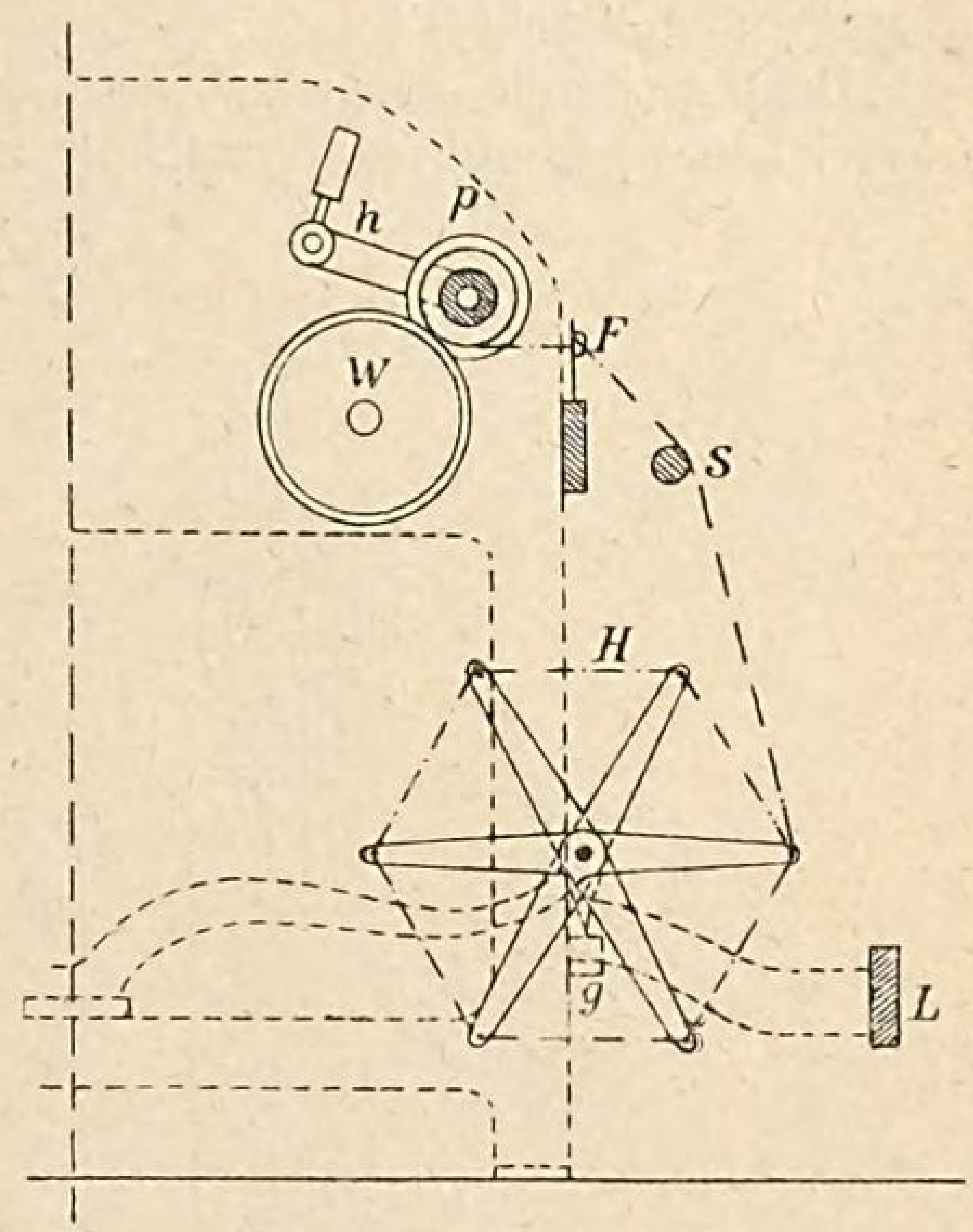
an, wodurch der Faden die gleichmässige Bewegung erhält. Derselbe geht in gleicher Weise, wie früher erwähnt, über den Stab *s* und den Fadenführer *F*, welcher durch Herzscheibe und Hebel bewegt wird. *L* ist eine Schutzschiene für den Haspel *H*, welcher hier wegen der Strähnform der Garne vorhanden ist. *g* ist das Bremsgewicht des letzteren.

Die Maschine ist von Atherton Brothers in Preston gebaut.

Eine besondere Einrichtung zeigt die Kettenspulmaschine von Hill und Brown*) (von S. Brooks in Manchester ausgeführt), welche namentlich zum Abspulen der Garne von Spulen der Ringspinnmaschine verwendet wird und den Vortheil bietet, dass direct auf Papierhülsen gespult werden kann, wodurch der Versandt in Strähnen vermieden ist.

Die Maschine ist nach Art der in Fig. 5490 gebaut. Die Spule liegt, in einem aufklappbaren Hebel gelagert, auf der Frictionswalze direct auf, welche gleichzeitig als Fadenführer dient. Dieselbe ist mit einem in sich zurückkehrenden Schraubenschlitz versehen und geht in diesem der Faden. Dieser Führung entsprechend legt sich der letztere bei jeder Umdrehung der Walze in steilen, auf- und abgehenden Schraubenwindungen auf die Spule auf, wodurch der Zusammenhalt des ganzen Garnkörpers erreicht wird. Ein Streifblech führt den Faden stets an die Berührungsstelle der Spule und ein in der Walze befindliches Blech hindert bei Fadenbruch das Herumlegen des Fadens um die Achse.

Fig. 5490.



Kettenspulmaschine mit liegenden Spulen.

Der Faden ist hier ähnlich wie bei einem Knäuel auf die Papierhülse aufgewickelt und haben die Spulen grosse Widerstandsfähigkeit.

Man hat auch die Kettenspulmaschinen mit Fadenwächtern versehen, welche derart wirken, dass bei Fadenbruch die betreffende Spule (bei liegenden Spulen) abgehoben oder abgestellt (bei stehenden Spulen) wird. Diese Einrichtungen bezwecken die Schonung des Fadens, sind aber nicht allgemein im Gebrauch.**)

Raumbedarf: Maschine mit 200 stehenden Spulen (100 auf jeder Seite) Fig. 5488: Breite: 1·5^{m}, Länge: 6·0^{m} (Spindeln) + 0·65 (Antrieb) = 6·65^{m}. Kraftbedarf derselben: ca. 0·3—0·4 Pfd. Maschinen mit 40 liegenden Spulen Fig. 5489: Breite: 1·36^{m}, Länge: 4·85^{m}, Kraftbedarf ca. 0·1—0·2 Pfd.

Das Kettenscheren oder Zetteln (*ourdissage — warping*) hat den gleichen Zweck, wie bei der Handweberei. Es wird in kleinen Betrieben (und bei bunten Ketten oft) wie bei der Handweberei ausgeführt (siehe dort), in grösseren Betrieben jedoch mit Hilfe eigener Maschinen, den Zettel- oder Schermaschinen (*ourdissoir, — warping frame*). Es wird bei diesen stets nur ein Theil der Kette, u. z. der 4. bis 10. Theil auf einmal geschert, nur bei Bändern erfolgt das Scheren der ganzen Kette. Die hier in Verwendung kommenden Methoden sind zweierlei u. z. die englische und die sächsische (Schönherr). Nach der ersteren Methode wird der zu scherende Theil der Kette auf dem Scherbaum in der vollen (oder grösseren) Breite des herzustellenden Gewebes aufgewickelt und hierauf soviel Scherbäume zusammengenommen als Theile der Kette sind. Nach der zweiten Methode wird der zu scherende Theil der Kette in der richtigen Kettendichte des Gewebes auf den ebensovielten Theil der Kettenbreite auf dem Scherrahmen aufgewickelt und dies so oft wiederholt, als Theile sind.

*) D. R.-P. 28775; Textile Manufacturer 1882 pag. 321; Zeitschr. des Vereines deutsch. Ingenieure 1886 Nr. 8.

**) Siehe Textile Manufacturer 1884 pag. 90. Patent Knox. Dingl. polyt. Journal Bd. 252 pag. 360.

Die englische Methode wird hauptsächlich für Baumwoll-, Kammgarn-, Leinen- und Juteketten, die sächsische für Streichgarn- und Seidenketten ausgeführt. Die Breite der zu scherenden Ketten (die Scherbreite) richtet sich nach der Breite des Gewebes, nach dem Material, nach der Kettenspannung, Schussdichte u. s. w. Man schert gewöhnlich bis ca. 5 Proc. breiter, als die Breite des Gewebes. Die Scherlänge muss gleichfalls grösser sein als die Stücklänge, einerseits mit Rücksicht auf das Einweben der Kette und den Zwischenraum zwischen 2 Stücken (wenn dieselbe Kette für mehrere Stücke benützt wird) und anderseits wegen dem Andrehen oder Anknüpfen oder dem Einziehen, so dass man gewöhnlich 0·5 bis 1·5^{m} länger schert.

Beim Scheren selbst hat man darauf zu achten, dass sämmtliche Fäden mit der gleichen Spannung aufgewickelt werden und dass noch im Faden vorhandene

Fig. 5491.

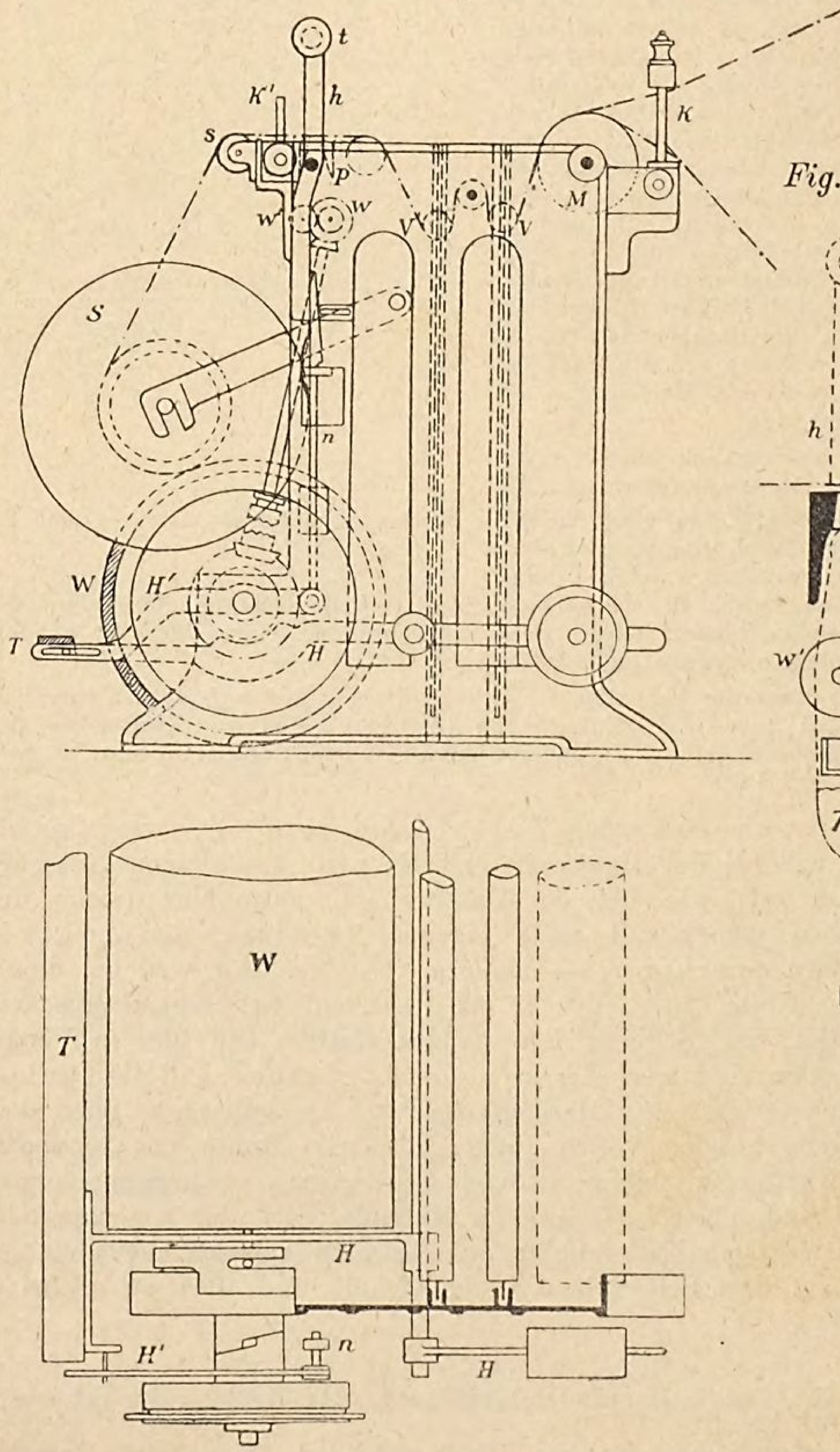
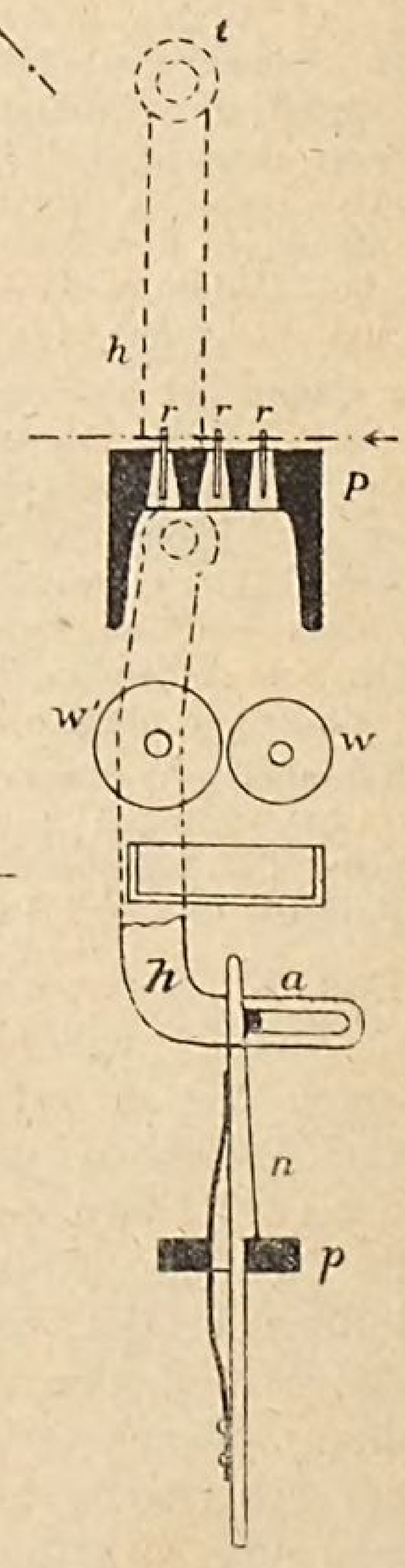


Fig. 5492.



Schermaschine von Howard u. Bullough.

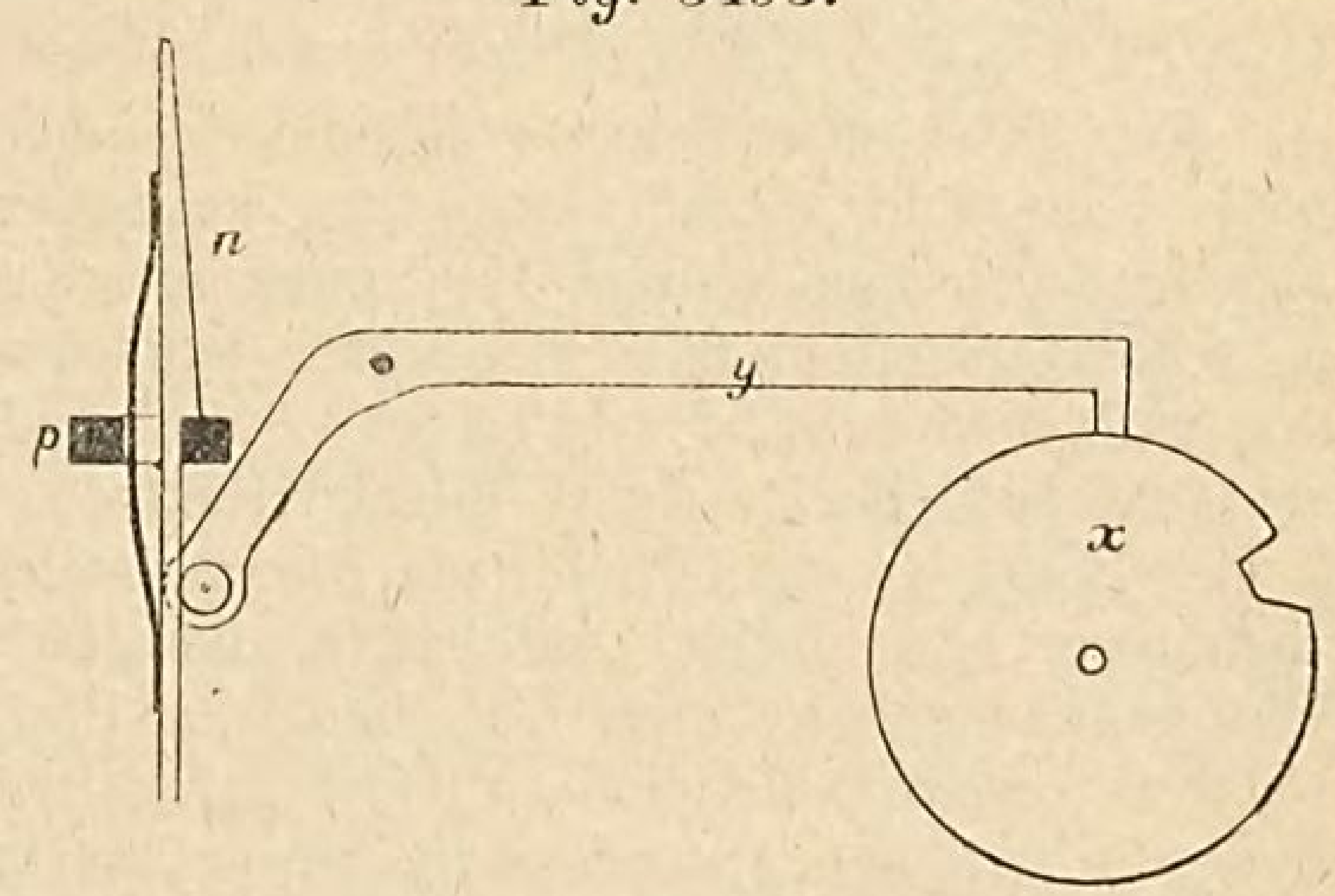
Unreinigkeiten entfernt werden. Bezüglich der gleichen Fadenspannung soll man darauf sehen, dass die Spulen möglichst gleich sind und dass der Faden über glatte (Glas)- Stäbe oder bei Aufstecken von Kötzern durch mit Flanell überzogene Oesen geht. Im letzteren Falle erspart man das Spulen, doch wird diese Methode wegen des durch die Unregelmässigkeiten des Fadens entstehenden Zeitverlustes, welcher den Zeitaufwand für das Spulen oft mehr als aufwiegt, seltener angewendet. Für Baumwoll- und Kammgarnketten wird dieser Vorgang selten, bei Streichgarn öfter ausgeführt.

Die Spulen stehen im Spulengestell oder Spulenrahmen, selten sind sie horizontal (wegen der Fadenspannung) gelagert. Die Spulenrahmen sind entweder liegend schwach geneigt am Boden aufgestellt oder an der Decke aufgehängt oder vertical und zwar parallel oder unter einem Winkel gestellt. Letztere, sowie die ersten sind bei englischen, die beiden letzteren bei der sächsischen Schermaschine in Verwendung.

Die Spulen sind auf Drähte aufgeschoben, welche in schräge Einschnitte des Gestelles gelegt sind; bei Kötzern sind feststehende Spindeln. Man hat zu achten, dass der Faden stets gebremst ist und dass beim Abfallen eines derselben dieser nicht auf die untere Spule sich aufwickelt, was zu vielen Aufenthalten Anlass gibt.

Im Folgenden möge die Beschreibung der englischen Schermaschine folgen. Die sächsische ist sehr häufig in Verbindung mit einer Leim- und Trockenmaschine, oder einer Baummaschine oder allen dreien und soll deren Erklärung bei diesen Maschinen angeschlossen werden.

Fig. 5493.



Die englische Schermaschine in ihrer neuesten und bestbewährten Ausführung nach Patent Singleton*) (von Howard und Bullough in Accrington ausgeführt) hat folgende Einrichtung (Fig. 5491). Die Fäden gehen von den Spulen am Spulengestell (das in der Zeichnung fehlt) zunächst zu einem Kamm *K*, welcher die Fäden zusammenführt; von da zur Messwalze *M* von bestimmtem Umfange (meist $^1/_2$ Yard oder 0·5 Met.), mit welcher der Zählapparat in Verbindung ist. Von da über die Spann- und Rücklaufvorrichtung zum Fadenwächter, durch den Expansionskamm *K'*, der die Fäden auf die Scherbreite zusammenführt, über Leitstäbe *s* zum Scherbaum *S*. Der Antrieb des Scherbaumes bethätigt gleichzeitig die ganze Maschine.

Der Führungskamm *K* ist wie das Weberblatt hergestellt nur mit stärkeren Rieten und Rahmen und höherem Sprung, damit die Fäden nicht streifen. Die Messwalze *M* ist mit Flanell überzogen, damit selbe von den Fäden sicher mitgenommen wird und ein Rücklaufen verhindert ist. An der Achse derselben ist eine Schraube ohne Ende, die den Indicator antreibt. Derselbe besteht aus einem in einem Gehäuse eingeschlossenen Zeigerapparat, der dem Arbeiter zugewendet ist (nach links) und der direct die Ablesung der durchgeführten Fadenlänge anzeigt. Der Zeigerapparat besteht aus zwei mit der Schnecke in Eingriff stehenden Rädern, wovon eines mit einem Zeiger, das andere mit einer Scala versehen ist. Das letztere Rad hat um einen Zahn mehr, wodurch es gleichsam zurückbleibt und dadurch der Zeiger und die Scala sich gegenseitig verstellen und so die gescherte Länge angeben. Ein fester Zeiger gibt auch noch Unterabtheilungen an.

Der Expansionskamm *K'* ist ein oben offener Kamm, welcher die einzelnen Stäbchen verschiebbar enthält.

Je nach der Scherbreite und der Anzahl der Fäden (Fadendichte) können die Stäbchen des Kammes gestellt werden. Die Einrichtung besteht darin, dass die Stäbchen (zuweilen unten

*) Textile Manufacturer 1884 pag. 96.

plattenförmig erweitert) zwischen 2 oder 4 sich kreuzenden Drahtspiralen (Spiralfedern) oder zwischen Kautschukplättchen sich befinden, welche sich beiderseits gegen Platten anlegen. Die ganze Anordnung ist in einem langen, rechteckigen Kästchen untergebracht, an dessen Enden Schrauben mit Kopfscheiben sind, die sich gegen die Platten stützen. Durch Drehen dieser Schrauben werden die Federn zusammengedrückt oder gehen auseinander, was die Verstellung der dazwischen befindlichen Rietstäbchen veranlasst. Es ist diese Einrichtung unbedingt nothwendig, um für die verschiedenen Dichten und Breiten nicht verschiedene Kämme anwenden zu müssen und anderseits die Fäden in der richtigen Breite, das ist weder zu schmal, noch zu breit zwischen den beiden Baumscheiben auflaufen zu lassen, da sonst im ersteren Falle eine Vertiefung, im anderen dagegen eine Wulst entsteht, was eine ungleiche Länge der Fäden verursacht. Die Fäden dürfen die Scherbaumscheiben nur leicht berühren, so dass noch beiderseits ein Faden Platz hätte. Eine besondere Aufmerksamkeit darauf gestattet ein besseres Arbeiten auf den folgenden Maschinen und beim Weben und vermeidet da Zeitverluste. In jedem Zwischenraum des Kammes ist ein Faden.

Der Scherbaum *S* ist entweder aus Holz oder aus Blech (hohl) mit beiderseits aufgesetzten, verstellbaren Gusscheiben. Wenn aus Blech, so wird derselbe beim Scheren auf eine Holzwalze aufgeschoben. Er liegt auf der Antriebswalze *W* auf, die aus in einander verschiebbaren Holzlatten besteht, um entsprechend der Scherbreite, das ist der Entfernung der beiden Baumscheiben, gestellt werden zu können, damit die letzteren die Antriebswalze gerade übergreifen. Die Walze erhält ihren Antrieb durch Fest- und Leerscheibe oder wie in der Figur durch Riemscheibe mit Frictionskuppelung. Damit der Scherbaum sicher an *W* anliegt und so die gleiche Fadengeschwindigkeit erhalten bleibt, ist derselbe durch Arme und angehängte Gewichte gehalten und angedrückt.

Es ist bei dem Scheren besonders auch darauf zu achten, dass stets die gleiche Fadenzahl aufläuft. Um das Erkennen des Fadenbruches der Arbeiterin abzunehmen, hat man diese Maschinen mit Fadenwächtern versehen, welche jene sofort abstellen, falls ein Faden fehlt oder reisst. Die Einrichtung derselben ist verschieden. In den Figuren 5491 und 5492 ist die Anordnung (nach Howard und Bullough) folgendermassen: Hinter dem Expansionskamm *K'* ist eine Platte *P* mit 3 Schlitzen, über welche die Fäden gehen. An jedem derselben hängt ein glatter Drahthaken, der Reiter *r*, der in einen der Schlitze reicht und so gehalten ist. Unterhalb der Platte und den Reitern sind 2 Walzen *w* und *w'*, wovon die eine (*w*) fest gelagert ist und durch Kegelräder und Zwischenwelle von der Antriebswelle bewegt wird. An *w* liegt die zweite Walze *w'* an, welche in zwei, durch die Stange *t* (welche auch zum Abstellen der Maschine durch den Arbeiter benützt wird), verbundenen Hebeln *h* gelagert ist. Der eine Hebel hat am unteren Ende einen verstellbaren Ansatz *a*, welcher einer Hakenstange *n* gegenübersteht, die bei der Einrückung in dem Schlitz der Platte *p* durch eine Blattfeder gehalten wird. Diese Hakenstange steht durch den Zwischenhebel *H'* welcher seine Drehachse an der Welle der Antriebswalze hat, mit dem Gewichtshebel *H* in Verbindung. Sobald nun ein Faden reisst, fällt der Reiter durch den Schlitz zwischen die beiden Walzen *w* und *w'*, die über die Breite der ganzen Maschine reichen, wird von diesen erfasst und durchgezogen, wodurch die Walze *w'* weggedrückt wird und der Hebel *h* mit dem Anschlage am unteren Ende die Hakenstange *n* ausrückt, welche durch das Gewicht am Hebel *H* herabfällt. In Folge dessen dreht sich der Zwischenhebel *H'* und weil dieser mit der Ausrückklaue der Antriebswelle in Verbindung, auch diese und löst so die Frictionskupplung, wodurch die Maschine abgestellt ist. Dieser Vorgang erfolgt sehr rasch, weshalb das Fadenende nicht weit mit aufgewickelt wird. Es muss nun dieses durch Zurückdrehen des Scherbaumes gesucht und wieder an den Spulenfaden angeknüpft werden. Damit bei diesem Zurückdrehen, welches hier von Hand erfolgt, die Fäden nicht ihre Spannung verlieren, sind zwei Fallwalzen *v* und *v'* angeordnet, welche beim Nachlassen der Kettenfäden in Schlitzen herabsinken und die Kette in Zickzackwindungen aufspeichern. Das gefundene Fadenende kann dann mit dem Faden einer Reservespule (auf der festen Stange *t* aufgesteckt) und schliesslich mit dem nachgezogenen Faden vom Spulengestell in Verbindung gebracht werden.

Durch das Niedertreten des Fusstrittes *T* am Gewichtshebel *H* wird die Maschine eingerückt, wodurch sich alle Theile richtig stellen. (Die Hakenstange greift wieder ein und hält das Gewicht hoch, die Fallwalzen gehen durch den Zug wieder aufwärts und die Frictionskupplung schaltet sich ein.) Damit beim Zurückdrehen des Scherbaumes nicht die Reiter sich senken, von den Walzen erfasst werden und so die Fäden abreissen, wird die Bewegung derselben durch das Ausschalten einer Zahnkupplung, an der Zwischenwelle zum Antrieb der Walzen *W*, abgestellt; was durch einen Winkelhebel und eine an der Ausrückklaue befindlichen Erhöhung erfolgt (Patent Tweedale). Es ist dadurch grössere Sicherheit beim Zurückdrehen gegeben. Ausserdem sind diese Maschinen mit einer Abstellvorrichtung für bestimmte Längen (meist 3500 oder 5000 Yards) versehen, welche in einer von der Messwalze durch Wechselräder angetriebenen Scheibe *x* besteht, Fig. 5493, welche einen Einschnitt hat. In diese fällt die Nase eines Hebels *y*, welche sonst auf der Scheibe schleift und rückt dann der Hebel die Hakenstange *n* aus, wodurch die Abstellung in der oben erwähnten Weise erfolgt.

Einzelne abweichende Einrichtungen dieser Maschine seien noch erwähnt.*) Bei den älteren Maschinen fehlten die Fadenwächter und musste der Arbeiter die Fäden deshalb beobachten. Da hiebei die Fadenenden oft weit mit aufgewickelt wurden, so musste oft viel von der Kette nachgelassen werden. Es waren deshalb mehr Fallstäbe (5) nothwendig, welche über der Kette lagen und beiderseits mit Rollen versehen auf 2 Schlitten lagen, welche von den Stäben nach dem Freiwerden zurückgeschoben, das Heruntergehen derselben längs der schrägen Seite des Schlittens zuliessen.

Die Hebung der Stäbe erfolgt durch das Anziehen der Kette beim Aufwinden, wodurch sich die Schlitten durch Gewichte gezogen, wieder verschieben und die Stäbe abheben. Das Zurückdrehen des Scherbaumes erfolgte durch Antrieb, weshalb ein zweiter gekreuzter Riemen auf einem zweiten Scheibenpaar am anderen Ende der Antriebswalze vorhanden war. Diese Einrichtung hat sich, wenn nicht genau montirt und gut behandelt, nicht bewährt und ist deshalb vielfach ausser Betrieb gesetzt worden.

Die jetzt verwendeten Fadenwächter sind gleichfalls mannigfach ausgeführt. Eine Einrichtung besteht darin, dass gebogene Reiter angeordnet sind, welche beim Fadenbruch bloss herabfallen und im Schlitz der Platte *P* hängen bleiben. Unterhalb dieser sind schwingende Hebel (wie bei den Bandwächtern der Baumwollstrecke), welche dadurch aufgehalten werden und nun die Ausschaltung des Ausrückhebels bewerkstelligen.

Statt der schwingenden Hebel hat Butterworth und Dickinson (Patent Brimelow)**) eine Nasenwalze angeordnet, welche durch den herabgesunkenen Reiter aufgehalten wird; eine Kupplung wird dadurch verschoben so der Riemen auf die Leerscheibe gerückt und die Maschine abgestellt.

Auch die Abstell- und Zählapparate für bestimmte Längen sind mannigfach ausgeführt. Eine neuere Einrichtung, welche sich sehr gut bewährt und eine Einstellung für verschiedene Längen ohne Räderauswechslung gestattet, ist von Hitchon (Howard und Bullough).***) Bei dieser ist mit dem Schraubenende, das von der Messwalze aus angetrieben ist, ein zweites Rad mit 51 Zähnen verstellbar verbunden und greift in dieses ein anderes mit 50 Zähnen, welches in einem beweglichen Winkelhebel gelagert ist. Das erste ist mit einer vorstehenden Zahnlücke, das zweite obere mit einen solchen Zahn versehen, welche je nach Stellung des unteren Rades nach einer bestimmten Zahl Umdrehungen desselben, in Eingriff kommen. Der Winkelhebel geht dadurch nach aufwärts und schaltet durch einen Zwischenhebel die bereits erwähnte Hakenstange aus und bewirkt so die Abstellung.

Die bisher beschriebene Maschine zum Scheren der Ketten hat ihre grossen Vortheile bei Massenerzeugung mit gleichartigen einfärbigen Ketten. Für einzelne Stücke, sowie für bunte Ketten bietet diese Einrichtung nicht die gewünschten Vortheile und hat man deshalb das Handscheren hiebei noch vielfach in Gebrauch.

In neuerer Zeit ist in England eine Einrichtung in Verwendung, bei welcher die Methoden des englischen und sächsischen Scherens vereinigt sind. Die dabei verwendeten Maschinen sind die Sections-Schermaschinen *(ourdissoir à sections — sectional warping machine)*.†) Bei denselben ist die gewöhnliche Einrichtung einer englischen Schermaschine mit allen Theilen, jedoch ohne die Antriebswalze für den Scherbaum. Statt dessen ist ein eigener Apparat zugegeben, welcher die Kette in der richtigen Dichte in schmalen Scheiben aufwindet. Die Kette geht hiebei von dem Expansionskamm der Schermaschine (siehe oben)

*) Lembke, die Vorbereitungsmaschinen der mechanischen Weberei.
**) Textile Manufacturer 1886 pag. 41.
***) Textile Manufacturer 1885 pag. 547.
†) Textile Manufacturer 1881 pag. 427. Oesterreichs Wollen- und Leinen-Industrie 1884 pag. 122.

zum zugegebenen Bäumapparat. Dieser besteht aus einem gewöhnlichen Blatt (verstellbar), aus einem Expansionskamm in V-Form, bei welchem durch Höher- oder Tieferstellen die Kette in der richtigen Breite zugeführt wird; weiters zwei ebenfalls verstellbaren Spannwalzen, dann eine Messwalze und dem schmalen Kettenbaum, welcher beiderseits von Scheiben eingefasst ist, entsprechend der Breite des zu scherenden Kettentheils. Dieser wird so bewegt, dass die Kette stets mit gleicher Geschwindigkeit bewegt wird. Die Hauptschwierigkeit besteht darin, stets Garnscheiben von gleichem Durchmesser und gleicher Länge der Fäden zu erhalten. Um dies zu erreichen, sind an den Maschinen entsprechende Messvorrichtungen angebracht, welche einerseits durch die Messwalze die Länge des durchgegangenen Garnes, anderseits den Durchmesser der Garnscheibe anzeigen. Stimmen diese nicht überein, so hat der Arbeiter die Spannwalzen zu reguliren und auf diese Weise die richtige Spannung herzustellen. Ausserdem werden durch Glockensignale die einzelnen Theilungen (Schmitzen) angezeigt, damit sich der Scherer überzeugen kann und wird bei vollständiger Länge die Maschine abgestellt.

Die gleiche Grösse der Garnscheiben ist nothwendig, damit beim Umbäumen der Kette diese richtig gespannt auf den Kettenbaum des Webstuhls aufläuft und die gleiche Länge ist nothwendig, damit ein Garnverlust (oder ein Zuwenig) vermieden wird. Es lässt sich diese Einrichtung an jeder bestehenden (englischen) Schermaschine leicht anbringen und finden diese für Baumwollketten in der besprochenen Weise Verwendung. Für Wollketten lässt man die (englische) Schermaschine weg und nimmt blos den Sectionsscherapparat und schert direct von den Spulen.

Solche Maschinen werden ausgeführt von Robert Hall in Bury bei Manchester, F. Stott in Rochdale und Butterworth & Dickinson in Burnley (nach Patent Sewell, Hulton und Bethel).

Die englische Schermaschine benöthigt einen Raum von ca. 4·7 × 5·5m.

Das Schlichten und Leimen (*parer, encoller — dressing, sizing*) bezweckt die Kettenfäden gegen die durch das Weben bedingte Fadenreibung und daraus folgende Abnützung zu schützen. Es wird die Oberfläche der Fäden durch Ankleben abstehender Härchen geglättet. Man benützt klebrige Flüssigkeiten, welche aber den Faden nicht steif und brüchig machen dürfen. Man verwendet deshalb zu diesem Zwecke, je nach dem Material der Kettenfäden, verschiedene Substanzen und zwar für Baumwolle, Leinen und Jute die Schlichte, für Schafwollgarn den Leim, zuweilen für Seide Gummitragant, obwohl diese gewöhnlich ungeschlichtet verarbeitet wird.

Die Schlichte besteht hauptsächlich aus Stärkekleister, welcher aus Kartoffel-, Korn- oder Weizenmehl mit verschiedenen Zuthaten bereitet wird. Solche sind weiche Seife, Talg, Glycerin, Wachs, schleimgebende Substanzen, wie Abkochungen von Leinsamen, Garraghenmoos, Leicome, welche den Zweck haben, die Schlichte geschmeidig zu machen und ein Abspringen zu vermeiden; Leim, um festeren Halt zu geben und Alaun, Zinkvitriol, Chlorzink, Kupfervitriol, karbolsaures Natron und andere, um einem Verderben der Schlichte vorzubeugen.

Die Menge der aufgetragenen Schlichte beträgt bis 10 Proc. des Garngewichtes und gibt man nur dann mehr, wenn die Waare steifen Appret erhalten soll, weshalb man dann auch China-clay (fette englische Porzellanerde) und anderes zusetzt, um die Fäden zu beschweren. Für gewisse Farben benützt man auch Cristal-size, um ein Stockigwerden zu vermeiden.

Für Leinengarn wird die Schlichte stets dünner und oft sauer verwendet (durch längeres Stehenlassen erhalten).

Zum Leimen der Schafwollketten verwendet man thierischen Leim besserer Sorte. Die Schlichte wird in eigenen Kochapparaten (mit Dampfheizung) zubereitet. Diese sind Holzkästen oder Kupferkessel, in welchen sich Rührwerke befinden, um ein gutes Mischen zu bewerkstelligen und wird von da die Schlichte durch Eingiessen oder Pumpen, welche mit Ausgleichsventilen versehen sind, um stets die verbrauchte Menge Schlichte zuzuführen, in den Schlichttrog der Maschine gebracht.

Das Auftragen der Schlichte oder des Leimes auf die Kettenfäden erfolgt fast stets im heissen Zustande und wird in der mechanischen Weberei in folgender Weise ausgeführt:

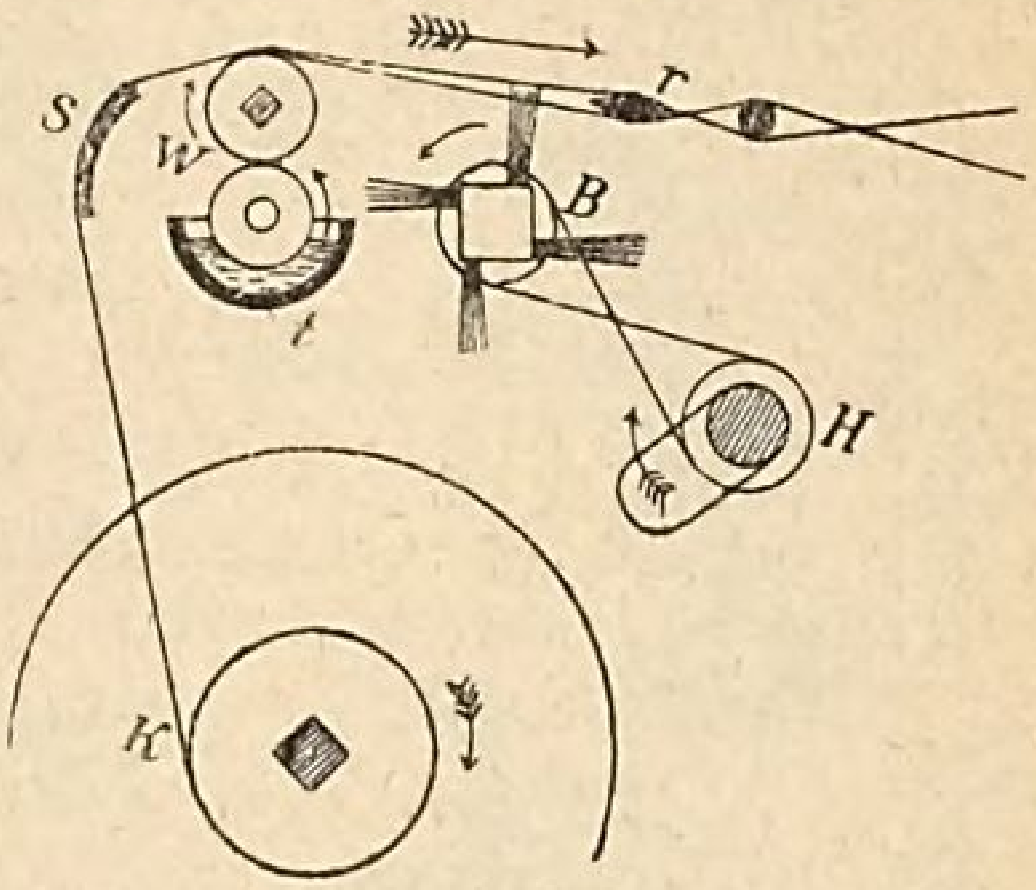
1. Durch Schlichten oder Leimen des Garnes im Strähn oder Strang.
2. Durch eine Schlichtvorrichtung am Webstuhl.
3. Durch Schlichtmaschinen.
4. Durch Leimmaschinen (für Schafwollketten).

Die erste Methode ist am einfachsten, doch nicht sehr vortheilhaft und wird namentlich bei bunten Ketten angewendet. Die Strähne werden entweder

in die kochend erhaltene Schlichte öfter eingetaucht und ausgeschlagen oder wird auf eigenen Strähnschlichtmaschinen mittelst rotirenden Bürsten die Schlichte aufgetragen und verstrichen (geglättet). Das nasse Garn wird über Stäbe gehängt und unter öfterem Wenden getrocknet.

Das Schlichten am Webstuhle selbst wird hauptsächlich bei Leinenketten angewendet und ist hiebei die Vorrichtung hiezu zwischen dem Streichbaum und den Kreuzruthen angeordnet. Fig. 5494 zeigt eine solche Einrichtung. Hiebei ist K der Kettenbaum, s der Streichbaum, w sind die Schlichtwalzen, welche die Schlichte aus dem Schlichttrog t auf die Fäden auftragen; sie sind mit Filz oder Flanell überzogen. B ist die Bürste zum Verstreichen der Schlichte; r die Kreuzruthen. Zuweilen sind an der Hauptwelle H des Stuhles zwei Windflügel angebracht, welche ein rascheres Trocknen der Schlichte bewerkstelligen. Diese Anordnungen sind nicht sehr häufig in Verwendung.

Fig. 5494.



Schlichtvorrichtung am Webstuhl.

Die Schlichtmaschinen (*machine à parer — dressing machine, sizing machine*) bestehen aus dem Gestell zur Aufnahme der Scherbäume (oder einem Behälter mit dem Kettenstrang), dem Schlichtapparat, der Verstreichvorrichtung (nicht immer vorhanden), der Trockenvorrichtung und der Bäummaschine. Nach der Einrichtung dieser Theile unterscheidet man folgende Arten:

a) Die schottische Schlichtmaschine, *b*) die Cylinder-Sizing Maschine, *c*) die Lufttrocken-Sizingmaschine, *d*) die Strangschlichtmaschine.

Bei den ersten drei Arten wird die gescherte Kette von Scherbäumen in ihrer vollen Breite geschlichtet (*beam warping and sizing*), bei der letzteren Art ist die Kette in Strangform und wird so geschlichtet (*ball warping and sizing*). Die ersteren finden in mit Webereien in Verbindung stehenden Schlichtereien Verwendung, letztere in Lohnschlichtereien, welche die geschlichtete Kette in Knäulform zum Versandt bringen. Als charakteristische Unterschiede dieser vier Arten wären folgende hervorzuheben:

Der schottischen Schlichtmaschine wird das Garn in zwei Partien vorgelegt und ist deren Anordnung symmetrisch. Die Schlichte wird auf die Fäden aufgetragen und durch hin- und hergehende Bürsten glatt gestrichen. Das Trocknen erfolgt durch erwärmte Luft. Die Fäden behalten ihre Rundung und werden nur wenig angestrengt.

Bei der Sizingmaschine werden nur rotirende Walzenbürsten verwendet, welch letztere jedoch durch das schräge Abheben die Fäden nicht vollkommen glätten. Die ganze Kette wird meist auf einmal geschlichtet, weshalb diese Maschinen gewöhnlich einseitig sind. Das Trocknen erfolgt durch mit Dampf geheizte Trommeln (Cylinder-Sizingmaschine), oder durch mit Dampfröhren erwärmte Luft, wobei die Kette in Kasten eingeschlossen ist (Lufttrockensizing-Maschine). Man hat durch diese Anordnung erreicht, dass das Trocknen viel schneller vor sich geht, eine gegen die schottische Maschine 15—30fach grössere Leistung erzielt werden kann und dass die Temperatur im Schlichtlocale nicht so hoch ist, daher die Arbeiter weniger belästigt werden.

Die Cylinder-Sizingmaschine hat den Nachtheil, dass das Garn sehr angestrengt wird und seine Rundung verliert. Auch bleibt das Garn rauher.

Die schottische Maschine kann für Baumwoll- und Leinengarne jeder Nummer und Dichteneinstellung, sowie für sehr offene Garne benützt werden, während die Lufttrocken-Sizingmaschine für Baumwollgarn bis zu Nr. 90 und 120, jene mit Trommeln bis zu Nr. 50 und 70 verwendet wird. Für Leinen- und bunte Ketten wird die Lufttrockenmaschine, für Jute jene mit Trockentrommeln in

doppelter, symmetrischer Anordnung benützt. In neuerer Zeit werden die Sizingmaschinen sehr häufig verwendet.

Bei der Strangschlichtmaschine kommt die meist wie bei der Handweberei gescherte Kette in Strangform zum Schlichten. Es wird hier die Schlichte nicht alle Fäden gleichmässig einhüllen und werden diese auch ungleich trocknen. Auch erfolgt oft ein Zusammenkleben der Fäden, weshalb solche Ketten beim Bäumen einer grösseren Aufmerksamkeit und Arbeit bedürfen. Diese Methode wird nur bei zum Versandt bestimmten Ketten angewendet, welche dann in Knäulform verschickt werden.

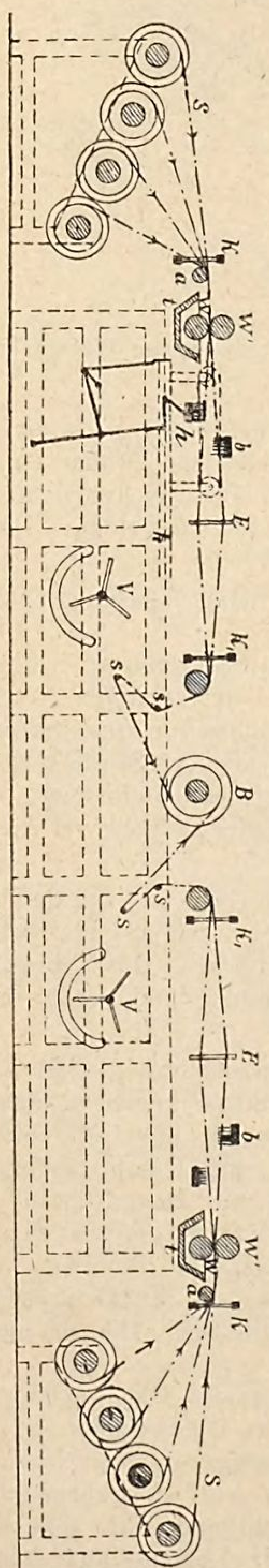


Fig. 5495. Schottische Schlichtmaschine. System Tierce.

Im Folgenden sind die wichtigsten der bisher erwähnten Maschinen mit Zugrundelegung von Skizzen kurz beschrieben:

1. Die schottische oder Kurbelschlichtmaschine *(machine à parer Ecossaise — crank dressing machine).*

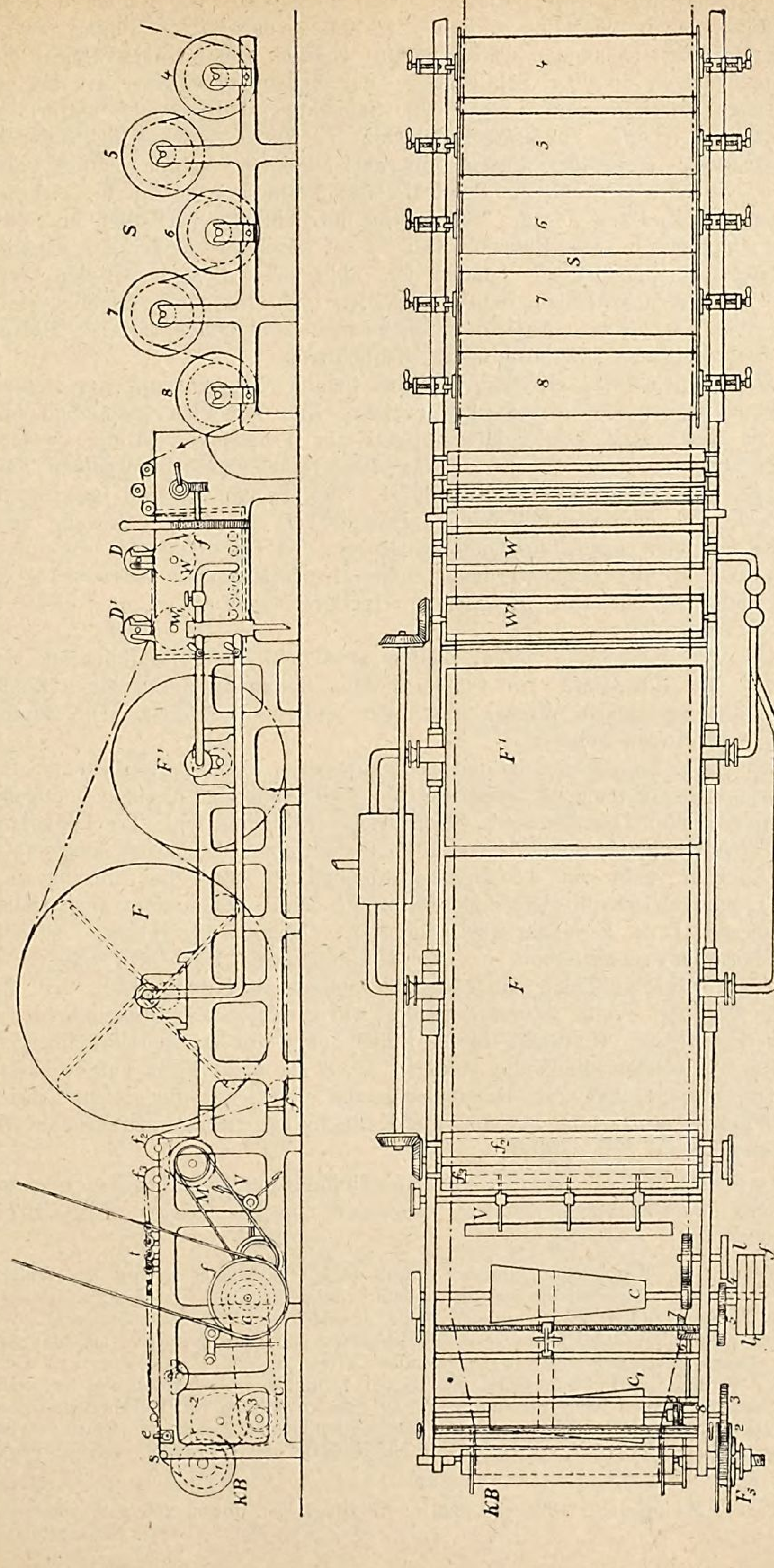
Fig. 5495. Die Maschine ist symmetrisch gebaut und hat zu beiden Seiten Gestelle zur Aufnahme der Scherbäume *S* (meist 4 auf jeder Seite). Diese liegen in, nach der Länge der Scherbäume verstellbaren Lagern und werden behufs gleichmässigen Ablaufens der Fäden durch übergelegte Lederbänder und Gewichte gebremst. Die Fäden gehen separat von jedem Baum ab, durch den Lesekamm *k* über den Führungsstab *a* zum Schlichtapparat. Dieser besteht aus dem Schlichttroge *t*, in welchem zwei Walzen *w* und *w'* sind. Die untere taucht in die Schlichte und bringt selbe auf die Fäden, wobei die obere Walze das Zuviel an Schlichte abdrückt. Die Fäden kommen nun zu den Verstreichbürsten *b*. Diese machen eine hin- und hergehende Bewegung und zwar derart, dass immer die der Kettenrichtung entgegengesetzt bewegte Bürste anliegt und diese streicht, beim Zurückgehen aber abgehoben ist. Die hin- und hergehende Bewegung erfolgt durch Kurbel und Hebel, wobei die beiden Bürsten *b* durch über Rollen gehende Bänder verbunden sind. Die Bürsten sammt Führungen sind auf einen Hebel *h*, welcher gleichzeitig die auf- und abwärts gehende Bewegung ausführt, die durch eine Kurbel (siehe Figur) oder durch eine Herzscheibe veranlasst wird.

Die Fäden werden dann durch eine Theilschiene *E* mit Löchern auseinander gezogen und durch einen unterhalb befindlichen Ventilator *V*, der die warme Luft des Raumes gegen die Kette treibt, getrocknet. Die Fäden gehen dann durch einen verstellbaren Kamm K_1, über Spannschienen *s s*, zum Kettenbaum *B*, auf welchen sie sich mit der von der anderen Seite kommenden zweite Hälfte der Kettenfäden vereinigen. Der Antrieb des Kettenbaumes erfolgt mittelst zweier Riemenconuse, auf welchen der Riemen entsprechend der Zunahme des Durchmessers des Kettenbaumes verschoben wird, um stets gleiche Geschwindigkeit für die Fäden zu erhalten. Das Trocknen der Fäden erfolgt hier durch unter dem Ventilator *V* angebrachte Dampfkasten und durch die Heizung des Schlichtlocales, welches immer eine höhere gleichmässige Temperatur haben soll. Es ist deshalb die Bedienung dieser Maschinen für den Arbeiter sehr lästig und hat man deshalb und auch mit Rücksicht auf die grössere Production für stärkere Garne die Sizing-Maschinen in Anwendung.

Die Maschinen sind mit Mess- und Controlapparat (Klingel) ausgerüstet.

2. Die Cylinder-Sizing-Maschine *(encolleuse à tambours — slasher sizing machine).* Fig. 5496. Die Maschine ist einseitig gebaut und wird hier die ganze Kette auf einmal geschlichtet. Die sechs bis zehn Scherbäume *S* sind in zwei Reihen

Fig. 5496.



Cylinder-Sizing-Maschine.

in die durch Schrauben verstellbaren Lager eingelegt. Die Fäden der hinteren Scherbäume gehen über die vorderen, so dass vom letzten Baume an sämmtliche Kettenfaden zusammen weiter geführt werden. Sie kommen über Führung *s* und Spannwalzen in den Schlichttrog, der bedeutend grösser ist als bei der schottischen Maschine und welcher die Schlichte (kochend oder warm) enthält. In demselben ist die kupferne Tauchwalze *f*, durch welche die Fäden in die heisse Schlichte eingeführt werden; hierauf folgen die beiden Schlichtwalzen *W* und W_1, die zur Hälfte in die Schlichte eintauchen und sodann die eisernen, abhebbaren Druckwalzen *D* und *D'*, welche die Schlichte vertheilen und die überflüssige abquetschen. Die Führungswalze *f* ist durch die beiderseits angebrachten Zahnstangen, in welchen sie gelagert ist, höher oder tiefer zu stellen, resp. aus der Schlichte herauszuheben, damit die Fäden beim Stillstande der Maschine nicht in derselben zerkochen. Auch die Druckwalzen sind abhebbar. Die Heizung erfolgt durch kupferne Dampfröhren im Schlichttrog.

Die Schlichtwalzen *W* und W_1 sind behufs Verminderung der Reibung gewöhnlich auf Rollen, statt in feste Lager gelegt. Eine derselben ist eine Schleppwalze.

Die Kette geht vom Schlichtapparat zur Trockenvorrichtung, welche aus zwei Trommeln besteht. Das Garn umschliesst einen möglichst grossen Theil des Umfanges und ist entsprechend geführt. Die Trommeln sind aus verzinntem Eisenblech und entsprechend (wegen Dampfdruck) versteift. Sie sind entweder als volle Cylinder ausgeführt in der Grösse von $0{\cdot}9-1{\cdot}5^m$ für die kleine und $1{\cdot}5$ bis $2{\cdot}0^m$ für die grosse Trommel oder als Ringtrommel bis ca. $2{\cdot}75^m$ Durchmesser und $0{\cdot}20$ bis $0{\cdot}30^m$ Ringbreite. Im letzteren Fall ist nur diese einzige Trommel vorhanden.

Die Trommelachsen, bezw. Zapfen sind hohl, mit Stopfbüchsen versehen und wird der Heizdampf von 0·5—1·0 Atm. Spannung durch einen Zapfen zugeführt, das condensirte Wasser durch den anderen abgeleitet. Die Zapfen sind ebenfalls auf Rollen gelagert.

Die erste Rohrleitung ist mit Dampfabsperr-, Druckregulir- und Luft-Ventil sowie mit einem Manometer versehen; die andere mündet in einen Condensationswasserableiter (s. Dampfsparer). Ueber der Schlicht- und Trockenvorrichtung ist ein Dunstfang angeordnet, welcher häufig mit einem Exhaustor ausgestattet ist.

Die Kette geht von der kleinen Trommel ab, über die Führungswalze f_1, f_2 und f_3 und zwischenliegender Messwalze *M*. Diese Walze dient auch gleichzeitig dazu, um das Garn hereinzuziehen und es dem Baume zuzuführen. Zuweilen ist diese Einrichtung unmittelbar vor dem Kettenbaume. Das Garn passirt hierauf eine Anzahl eiserner Theilstäbe *t* (einer weniger als Scherbäume), bei welchen es theils darüber, theils darunter geführt wird, um so die Trennung der Fäden zu bewerkstelligen. Unterhalb dieser Stäbe, nahe der grossen Trommel, ist der Ventilator *V*, welcher die Kette abkühlt, damit sie nicht heiss aufgewickelt wird. Die Kette gelangt dann zum Expansionskamm *e*, welcher die gleiche Einrichtung, wie bei der Schermaschine hat und die Kette in der richtigen Breite über Walze *s* dem Kettenbaume *KB* zuführt.

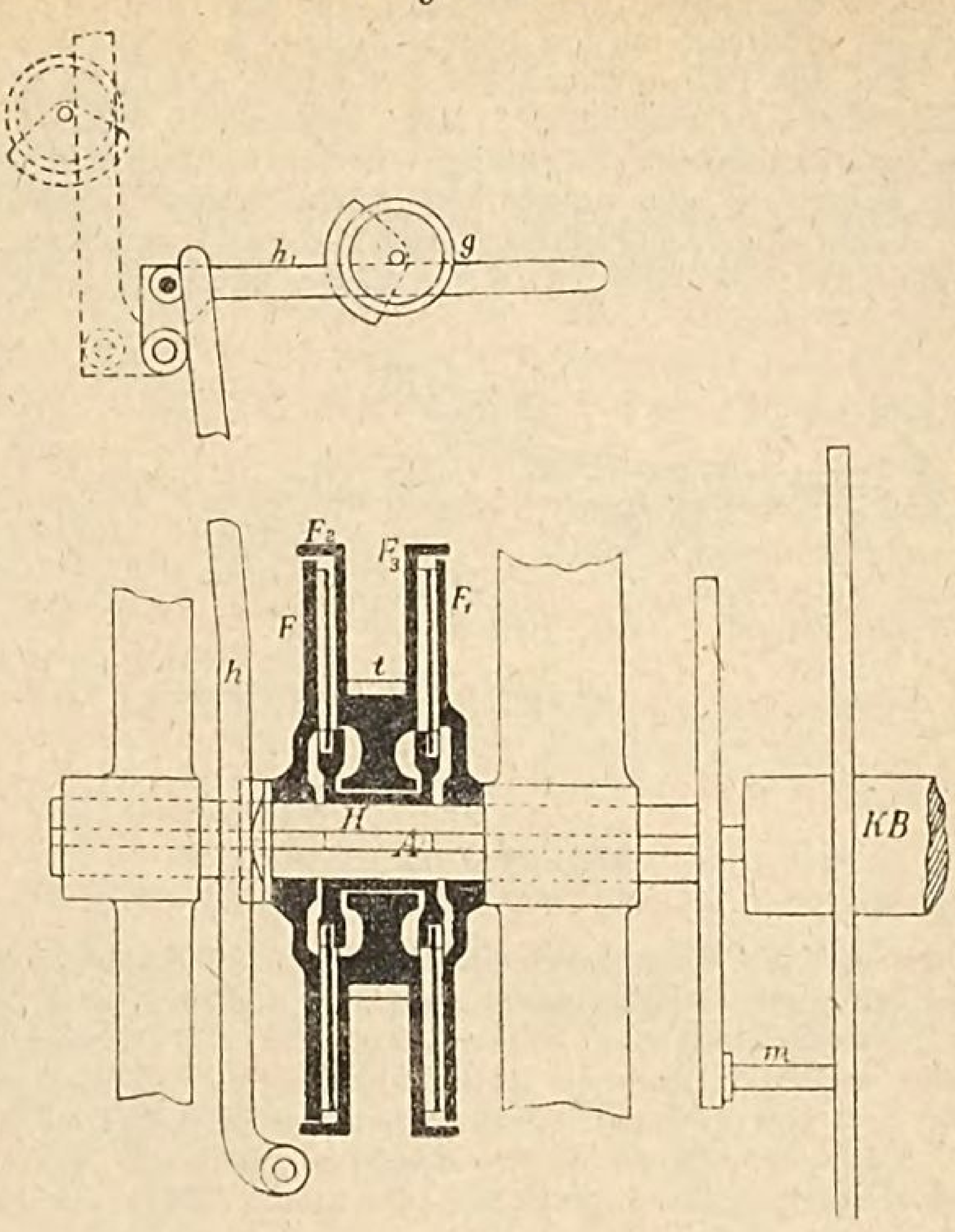
Der Kettenbaum muss mit constanter Umfangsgeschwindigkeit bewegt werden, was durch den Frictionsantrieb von Howard und Bullough, Fig. 5497*), erreicht wird.

KB ist der Kettenbaum, welcher durch einen Mitnehmer *m* von der Welle *A* aus bewegt wird. Auf dieser sitzen lose die beiden Frictionsscheiben *F* und F_1 zwischen denen sich eine Hülse *H* (durch Feder mit der Welle *A* verbunden) befindet. An dieser Hülse sitzen zwei beiderseits mit Flanell überzogene Stahlscheiben und auf denselben lose das Antriebsrad *t*, welches gleichfalls mit zwei Frictionsscheiben F_2 und F_3 versehen ist. Gegen die Scheibe *F* drückt ein Hebel *h*, durch den Hebel h_1 und das Gewicht *g* belastet und presst nun die entsprechenden Scheiben zusammen, so dass an 4 (resp. 8) Flächen Reibung entsteht, welche das Mitnehmen der Welle und also des Kettenbaumes veranlasst. Statt des Hebels *h* hat man auch in der Verlängerung von *A* ein Handrad mit Schraube, welches gegen eine

*) Textile Manufacturer 1884 pag. 226 u. f. Dingl. pol. Journ. 255 pag. 365.

an der Scheibe F anliegende Blattfeder drückt. Je nach dieser Pressung wird die Reibung zwischen den Scheiben verschieden gross und dem entsprechend die Kettenspannung; wird die letztere grösser, so gleiten die Flächen, bis der normale Zustand eingetreten ist. Das Zurückschlagen des Hebels (resp. Lösen der Schraube also Entlasten der Feder) hebt die Reibung auf. Die Anordnung der 4 Frictionsscheiben gestattet Verminderung des Druckes, also der relativen Reibung und verhindert so ein Verbrennen der Flanellflächen.

Fig. 5497.

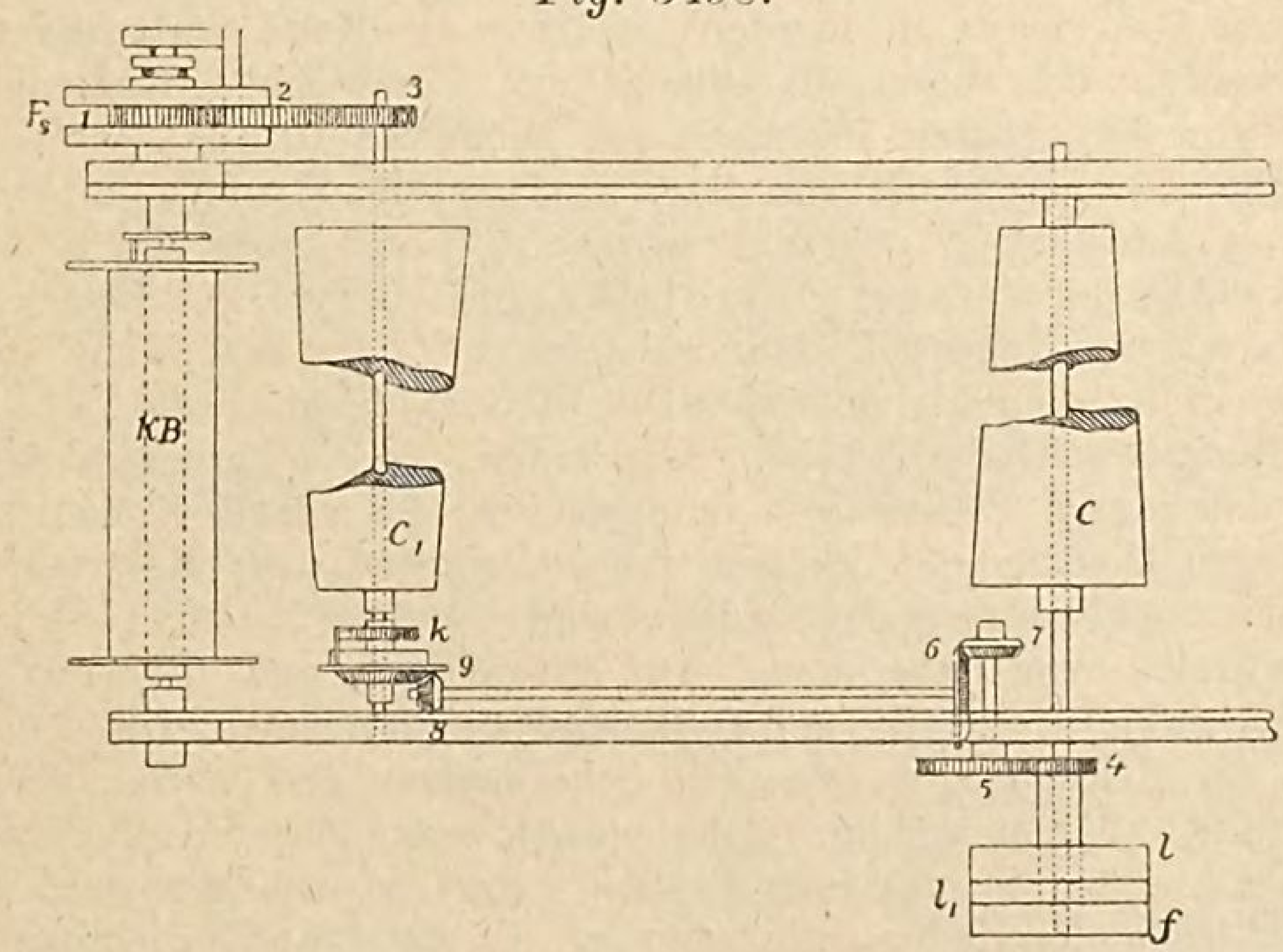


Kettenbaumantrieb.

Fig. 5498 *) zeigt die Gesammtanordnung des Kettenbaumantriebes. l und l_1 sind Losscheiben, f ist die Festscheibe zum Antrieb der Maschine. C und C_1 sind die beiden Riemenconuse, welche hier den Zweck haben, die Gesammtgeschwindigkeit der Maschine durch Stellung des Riemens, je nach dem Garne zu ändern.

F_8 ist der Frictionsantrieb, *1*, *2*, *3* die Antriebsräder, *KB* ist der Kettenbaum. Im Falle eines Fadenbruches oder sonstigen Aufenthaltes stellt man die Maschine nicht ganz ab, sondern lässt dieselbe sehr langsam laufen; die diesbezügliche Einrichtung (*slow motion*) zeigt auch Fig. 5496. Die mittlere Losscheibe l_1 ist durch eine Hülse mit dem Rade *4* verbunden. Man schiebt den Riemen in obigen Fällen nicht ganz auf die eigentliche Losscheibe l, sondern lässt ihn theilweise auf l_1 laufen. Die Bewegung von l_1 wird nun durch *4*, *5*, *6*, *7*, *8*, *9* und eine Kupplung k (die sich hiebei von selbst ein- und bei der normalen Geschwindigkeit

Fig. 5498.



Antriebsvorrichtung des Kettenbaumes der Schlichtvorrichtung.

wieder ausschaltet) auf die Welle des Conuses C_1 übertragen und dadurch auf den Kettenbaum. Durch die eingeschalteten Uebersetzungen wird die langsame Bewegung erzielt, während der (directe) Conusantrieb ausgeschaltet ist.

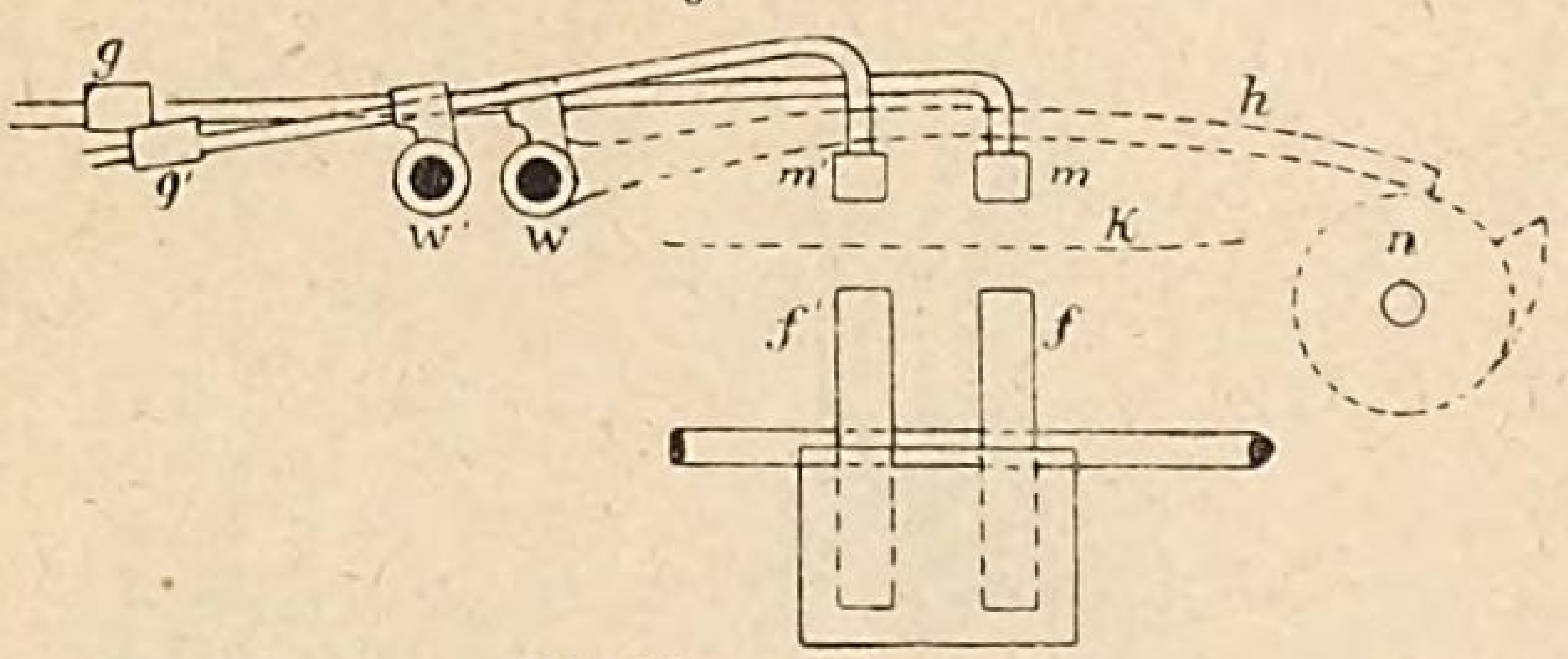
*) Textile Manufacturer 1884 pag. 227.

Damit die Kette dicht am Baum gewickelt wird, sind häufig gegen denselben wirkend, einfache oder doppelte Presswalzen angebracht, welche zuweilen eine hin- und hergehende Bewegung erhalten, um ein gleichmässiges Aufwickeln zu bewerkstelligen.

Da auf einen Baum die Kette für mehrere Stücke gebäumt wird, so ist es nothwendig, diese zu bezeichnen. Man hat deshalb Markirvorrichtungen, welche auf der Kette nach Ablauf der Stücklänge ein Farbzeichen machen und zuweilen auch noch die einzelnen Schmitzen oder nur halben Stücke separat bezeichnen.

Eine solche Einrichtung (von Howard und Bullough) zeigt Fig. 5499 *) in etwas abgeänderter Anordnung. *k* ist die Kette, unterhalb welcher die beiden Farbscheiben *f* und *f'* in dem (einfachen oder doppelten) Farbtrog *t* auf einer Welle sich stets langsam drehen. Oberhalb sind die Markirhebel *m* und *m'*, welche an 2 Wellen *w* und *w'* lose befestigt sind, so dass dieselben durch die Gegengewichte *g* und *g'* immer nach aufwärts stehen. An den Wellen sind Hebel *h* fest angeordnet, welche auf Nasenscheiben *n* aufliegen. Durch die Nasen werden die Hebel gehoben, fallen rasch herab, wodurch die Markirhebel nach vorne ein kleines Uebergewicht erhalten und die Kette rasch an die Farbscheiben drücken. Durch die Gegengewichte gehen sie jedoch gleich wieder nach aufwärts und ertheilen so der Kette eine kleine Farbmarke. Durch Auswechseln der Antriebsräder für die Nasenscheiben lässt sich die Markenlänge beliebig stellen. Einer der Markirhebel gibt die Stückzeichen, der andere die Unterabtheilungen und bewegen sich beide Nasenscheiben verschieden schnell.

Fig. 5499.



Markirvorrichtung.

Ausserdem ist an diesen Maschinen noch ein Mess-(Zähl-)Apparat vorhanden, welcher, von der Einzugwalze angetrieben, die totale Länge der Fäden anzeigt.

Diese Maschinen zeigen in einzelnen Theilen je nach dem Zweck verschiedene Einrichtungen, welche hauptsächlich die Trockenvorrichtung betreffen. Für sehr schwache Garne (bis Nr. 90) hat man bloss eine einzige Trockentrommel von grösserem Durchmesser, welche dann gewöhnlich als Ringtrommel ausgeführt ist. Man kann auch in diesem Falle die kleine Trommel ausschalten und nur die grosse zum Trocknen benützen, wobei dann zwei Führungswalzen eingelegt werden müssen. In solchen Fällen ordnet man auch vor der einzigen Trommel einen Ventilator an (Atherton Brothers in Preston), welcher die Kette vortrocknet.

Auch werden bei diesen Maschinen zum Verstreichen Walzenbürsten benützt, welche vor der grossen Trommel sich befinden.

Eine schöne Neuerung ist von Howard und Bullough in Accrington in neuerer Zeit in Ausführung gebracht worden. Es ist dies die combinirte, selbstabstellende Sizing-Zettelmaschine.**) Diese besteht aus einer Schermaschine mit Spulengestell, bei welcher vor dem Scherbaum mit der bekannten Aufwicklung eine kleine Sizingschlichtmaschine angeordnet ist. Die Fäden gehen vom Spulengestell durch einen Lesekamm, über Führungswalzen in den Schlichttrog und durch Presswalzen in demselben zu einem Kamm. Dann fast über den ganzen Umfang der kleinen Trockentrommel, zur Messwalze und zum Expansionskamm, endlich über den Fadenwächter (wie bei Patent Singleton) und eine Transportwalze zum Scherbaum. Die Einrichtung und der Antrieb ist wie bei den schon erwähnten Scher- und Cylinder-Sizingmaschinen. Die Oeffnungsstäbe fehlen, weil die Kettenpartien von den Scherbäumen erst nach dem Schlichten auf einer einfachen Bäummaschine (siehe unten) vereinigt werden. Diese Maschine hat den Vortheil, dass die einzelnen Partien separat geschlichtet werden, wodurch ein Zusammenkleben der Fäden vermieden ist. Es ist diese Einrichtung für kleine Webereien, welche eine gewöhnliche Schlichtmaschine nicht wohl beschäftigen können und ebenso auch für Herrichtung bunter Ketten besonders vortheilhaft.

*) Textile Manufacturer 1884 pag. 227.

**) Leipz. Monatsschrift f. Textil-Industrie 1886 pag. 20. Textile Manufacturer 1885 pag. 399.

3. Die Lufttrocken-Sizing-Maschine (*encolleuse à air chaud — hot air sizing machine*) *) ist in neuerer Zeit eine mächtige Concurrentin der Cylinder-Sizingmaschine geworden, weil sie die Vortheile dieser und der schottischen Maschine gleichsam vereinigt. Es wird auch hier das Trocknen der Kette durch erwärmte Luft ausgeführt, wodurch die vielen Nachtheile der directen Trocknung (Zusammenkleben der Fäden, schnelle Trocknung, starke Anspannung, Uebelstände mit den Trommeln u. s. w.) wegfallen. Diese Maschinen können auch für feinere Garne und dichtere Einstellungen verwendet werden. Die Einrichtungen derselben sind ähnlich der Cylindermaschine, zuweilen ist auch die symmetrische Anordnung, wie bei der schottischen, für dichte Ketten in Verwendung. Der Unterschied ist fast nur in der Trockenvorrichtung.

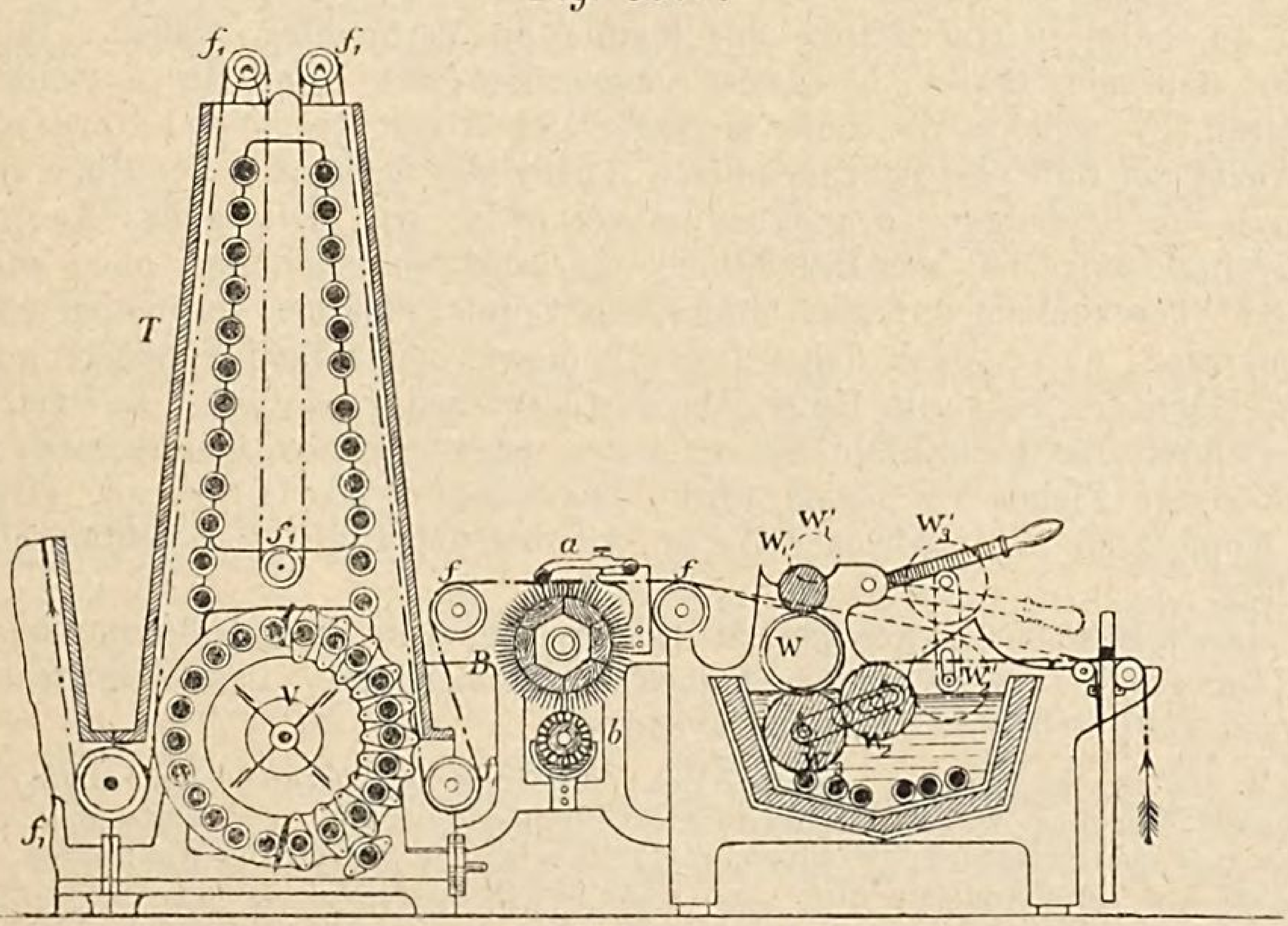
Benninger in Utzwyl (Schweiz) **) wendet auf Rollen laufende Skelettrommeln an, die vom herumgehenden Garn mitgenommen werden; innerhalb derselben sind Windflügel, welche die Luft gegen die ausgespannte Kette treiben. Die Achsen der Windräder sind gleichzeitig als Heiztrommeln hohl ausgeführt und werden mit Dampf geheizt. Die Maschine ist symmetrisch (Kettenbaum in der Mitte) ausgeführt.

Howard und Lancaster wenden einen oder mehrere Kästen an, in welchen sich ein Heizröhrensystem befindet, zwischen denen, sowie ober- und unterhalb die Kette in verticaler und horizontaler Richtung geführt ist. Innerhalb der Röhrenpartien sind Flügelräder, welche die Luft ansaugen, gegen die Kette treiben und sie so trocknen.

Die Luft entweicht oben durch den ersten noch feuchten Theil der Kette. Diese geht über Führungswalzen und erleidet in Folge dessen geringen Zug und bleiben die Faden rund.

Eine der besten Schlichtmaschinen dieser Art ist die von Baerlein in Manchester. ***) Fig. 5500 zeigt gleichzeitig auch dessen patentirten Schlichttrog

Fig. 5500.



Baerlein's Anordnung des Schlicht- und Trockenapparates.

und eine Bürstvorrichtung. Die Scherbäume sind im Gestell in zwei horizontalen Reihen (wie in Fig. 5496) angeordnet. Die Fäden gehen über eine Spannvorrichtung (im Schlitz gehende Walzen) zum Schlichttrog. Derselbe ist entweder einfach, wie die Fig. 5500 zeigt oder mit einer besonderen Abtheilung zum Kochen der Schlichte versehen. In demselben ist stets ausser der Schlichte die durch Räder angetriebene Kupferwalze *W*, auf dieser die eiserne mit Flanell überzogene Press-

*) Centralblatt f. Textil-Industrie 1886 pag. 290.
**) Centralblatt f. Textil-Industrie 1885 pag. 701.
***) Verhandl. d. Vereins z. Beförder. d. Gewerbefleisses in Preussen 1882 pag. 172.

walze W_1. Statt der gewöhnlichen Eintauchwalze sind hier die Holzwalzen W_2 und W_3 an einem drehbaren Hebel gelagert. W_2 ist schwerer als W_3. Die Hebel selbst sind an zwei schräg geführten Schienen angeordnet, welche mit ausserhalb des Schlichttroges befindlichen Zahnstangen versehen sind, die durch Handkurbel und Getriebe verschoben werden können. Beim Schlichten werden die Zahnstangen, also die Walzen W_2 und W_3 herabgeschoben. W_3 kommt unter W und W_2, stellt sich nach aufwärts, wie in der Figur voll gezeichnet ist. Dadurch wird die Kette um W_2, W_3 und W geführt und in der Schlichte selbst ausgepresst, welche hierdurch in den Faden gut eindringt.

Soll das Schlichten unterbrochen werden, so werden die Zahnstangen hinaufgeschoben und die Walzen stellen sich in die (punktirten) Stellungen W_2' und W_3'. Wird die Presswalze W_1 mit Hilfe des Hebels h noch ausgehoben (punktirte Stellung W_1'), so kommt das Garn ausser Berührung mit den Walzen und werden dadurch die Fäden nicht ankleben. Die Schlichte wird durch Kupferröhren, welche durchlocht oder wenn die Schlichte dick bleiben soll, voll sind, mit Dampf erwärmt. Man kann mit dieser Anordnung dem Faden beliebig viel Schlichte geben (bis zu 150 Proc. des Garngewichtes).

Vom Schlichttrog gehen die Fäden über Führungswalzen f zur Bürstvorrichtung, welche jedoch nur für feinere Baumwollgarne unentbehrlich ist. Die grössere Walzenbürste B streicht die ausgespannten Fäden, welche durch den Arm a niedergehalten werden und wird durch die untere, kleinere Bürste b stets gereinigt, welche deshalb in einer Wasserrinne läuft. Die Fäden gehen dann über weitere Führungswalzen f_1 in die Trockenkammern T, von denen 2—4 angeordnet sind. Die Kammern bestehen aus an beiden Seiten stehenden Dampfkästen, welche durch 46 nahtlose Querröhren aus Kupfer in Verbindung stehen. Im unteren Theile sind die Röhren im Kreise angeordnet und innerhalb derselben ist ein Flügelrad V, welches die Luft ansaugt und erhitzt gegen das Garn schleudert. Der Abzug der Luft geschieht im oberen Theile des Kastens in der Höhe von 2·25^{m}, wodurch die Belästigung des Arbeiters vermieden ist. Die ganze Anordnung ist durch ein Eisengestell mit Holzfüllung abgeschlossen und nur oben offen. Die einzelnen Trockenkammern sind miteinander durch Flanschen verbunden (ebenso die Dampfkasten) und können daher leicht in gewünschter Zahl vereinigt werden. In diesen Kammern geht die Kette, durch Leitwalzen f_1 geführt, zweimal auf und ab, wodurch die horizontale Führung des nassen Garnes und dadurch auch ein Strecken und Ziehen vermieden wird. Das Garn bleibt rund. Das Bäum- oder Kopfgestell ist in gleicher Weise, wie bei der Cylinderschlichtmaschine, eingerichtet.

Diese Maschine ist geeignet für rohe und gefärbte Baumwollgarne (bis Nr. 120) für Kammgarne (bis Nr. 90) und auch für Streichgarne. In den letzteren Fällen hat man statt Schlichte Leim anzuwenden.

4. Die Strangschlichtmaschine *(encolleuse en échevau — ball sizing machine)*. Bei diesen Maschinen wird die Kette in Strangform geschlichtet. Die Kette geht hiebei über Walzen in einem grossen Schlichttroge, wodurch selbe die Schlichte oft passirt und von dieser möglichst gut durchdrungen wird. Am Ende des Schlichttroges ist ein Quetschwalzenpaar, welches die überflüssige Schlichte ausquetscht. Das nun folgende Trocknen geschieht durch eine grössere Zahl in 4 Reihen gestellter Dampftrommeln, um welche der Garnstrang in vielen Windungen geführt wird; schliesslich wird die Kette in Knäulform gebracht. Manchmal erfolgt das Trocknen in eigenen Kammern, in welchen die Kette ausgespannt wird. Um die Nachtheile dieser Schlichtmethode zu vermindern, wird die Kette oft in 2 Partien geschlichtet und nachher erst vereinigt.

Das Leimen *(encoller — sizing)* der Schafwollketten erfolgt, wenn hiervon bei stark gedrehten oder gezwirnten Fäden nicht ganz Abstand genommen wird, mit thierischem Leim, bei hochfeinen Ketten mit Gallerte.

Das Leimen wird entweder im Strähn oder Strang (Handleimmaschine) oder ausgebreitet (bei der eigentlichen Leimmaschine) ausgeführt. Die beiden ersten Methoden finden namentlich in kleineren Betrieben für Streichgarnketten Verwendung.

Das Leimen mit der Leimmaschine umfasst gewöhnlich mehrere Arbeiten, das Scheren, Leimen, Trocknen und Aufbäumen, manchmal ein Vorbäumen. Diese Maschinen erfordern deshalb grossen Raum. Die Arbeitsfolge ist verschieden, je nach dem System der Maschine. Das hier ausgeführte Scheren erfolgt stets nach der sächsischen (Schönherr'schen) Methode (vgl. pag. 497).

Die Anordnung einer solchen Maschine, gebaut von der Grossenhainer Webstuhlfabrik (Zschille), zeigt Fig. 5501.

Es wird hiebei die Kette partienweise erst geleimt, getrocknet und geschert, und hierauf die ganze Kette gebäumt, weshalb diese Leim-, Trocken-, Scher- und Bäummaschine genannt wird.

A ist das Spülengestell, welches 7 angetriebene Doppelwalzen *x* enthält, auf welchen die 14 Langspulen *S* aufliegen. (Es gehört hiezu eine Spulmaschine, welche ca. 50 Fäden auf eine Langspule nebeneinander in Kreuzwindungen aufwickelt, s. pag. 497.) Die Fäden gehen durch einen Kamm *K*, über die Führungswalze *f* in den Leimtrog *L*, in welchen sie, von einer Kupferwalze geführt, durch die Leimflüssigkeit und schliesslich durch die eisernen Presswalzen *P* und *P'*, welche mit Wollfilz überzogen sind, geführt werden, um das Ueberschüssige abzupressen. *P'* ist aushebbar (beim Abstellen). Der Leim wird durch das Dampfrohr *d* erwärmt und kann durch den Ablasshahn *h* abgelassen werden. Von da geht das geleimte Garn zum Trockenapparat, welcher aus einer Kammer *H* mit eisernem Gestell, Glasfenstern (zur Beobachtung des Garnes) und Klappwänden besteht. In derselben sind in vier Lagen Heizrohre, zwischen denen das Garn über die Führungs-(Rippen-)Walzen f_1 geführt im Zickzack geht. Das Garn tritt im oberen Theil der Kammer durch einen Schlitz aus und geht über die Führungswalze f_2 zum Kamm K_1, welcher so viele Stäbchen besitzt als Fäden vorhanden sind. Vor diesem ist eine elliptische Walze *e*, durch welche die Kette bewegt wird, damit der Kamm rein bleibt. Die Kette gelangt weiter zu einem Kamme K_2, welcher sie zusammen- und dem Scherkamme K_3 zuführt. Dieser ist verstellbar und kann die Fäden auf die richtige Breite zusammenziehen. Die Kette gelangt derart hierauf zum Scherrahmen (Scherkrone) *R*, einem horizontalen Haspel mit 20, an zwei Scheiben befestigten Latten. Der Scherrahmen ist mit seinem Lagerständer auf Rollen gestellt, welche auf Schienen laufen, damit man, sobald ein Band von der richtigen Kettenlänge geschert ist, denselben um die Breite dieses verstellen kann. Auf diese Weise wird nun nach und nach die ganze Kette in der vollen Breite und dicht geschert. Hierauf erst wird das Bäumen der Kette vorgenommen.

Der Antrieb des Scherrahmens *R* erfolgt von der Leimvorrichtung durch die beiden Riemenconuse *C* und *C'* zum Zwecke der Erzielung einer gleichmässigen Geschwindigkeit der Fäden, durch die Kegelräderpaare *r* und r_1 auf die Welle *w*, die im Gestelle des Scherrahmens gelagert ist und von da durch die Räder r_2, r_3 und r_4 auf die Schertrommel. Mit derselben ist ein Zählwerk verbunden.

Zum Bäumen hat man das einstellbare Bäumgestell. Einerseits ist der Antrieb für den Kettenbaum, dessen zweites Lager verschiebbar ist und entsprechend der Länge gestellt werden kann. Beim Bäumen selbst wird der Kettenbaum in Bewegung gesetzt, während der Scherrahmen durch zwei Bremsen *s* beiderseits gebremst wird, damit die Kette in der richtigen Spannung auf dem Baum aufläuft.

Diese Maschine hat den Vortheil, dass immer nur ein Theil der Kette geleimt wird, die Faden daher weiter von einander sind und nicht so leicht zusammenkleben, dagegen den Nachtheil, dass durch dieses partienweise Leimen leicht Ungleichmässigkeiten entstehen und dass stets nur eine Kette auf dieser Maschine vorgerichtet werden kann.

Bei der Maschine zum Scheren, Leimen, Vorbäumen, Trocknen und Bäumen von der sächsischen Webstuhlfabrik (vorm. L. Schönherr) in Chemnitz*) wird zuerst das Scheren allein, dann das Leimen und Vorbäumen, hierauf das Trocknen und schliesslich das Bäumen ausgeführt, so dass man gleichzeitig zwei Ketten auf dieser Maschine vorrichten kann. Die eine wird geschert oder geleimt und vorgebäumt, die andere getrocknet oder gebäumt. Die Bänder werden auf dem Scherrahmen durch die Verschiebung des Scherkammes neben einander erhalten. Das Leimen erfolgt in der ganzen Kette. Die geleimte Kette wird auf einen Baum aufgewickelt (vorgebäumt) und von diesem im feuchten Zustande auf die Trockenvorrichtung gebracht. Das Trocknen erfolgt hier nicht in einer Kammer, sondern die Kette wird auf einem grossen Skeletrade mit zwischen liegenden Stäben aufgewickelt (damit sich die Fäden nicht berühren) und von einem künstlichen Luftzuge getrocknet.

Die Scher-, Bäum-, Leim-, Trocken- und Aufbäum-Maschine der sächsischen Maschinenfabrik (vorm. R. Hartmann) in Chemnitz**) gestattet ebenfalls die Vorrichtung zweier Ketten gleichzeitig. Vom parallelen oder keilförmigen Spulengestell gehen die Faden direct von den Kötzern, wobei jeder noch einen Reservekötzer hat, ab, durch das Geleseblatt und Scherblatt zum Scherrahmen mit der gewöhnlichen Einrichtung. Das Scherblatt ist mit schräg stehenden Rieten (\ /) versehen, so dass durch Heben oder Senken desselben die gewünschte Fadenbreite erhalten werden kann. Das Scherblatt wird vor dem

*) Oelsner, Tuch- und Buckskinweberei. 2. Band.

**) Dingl. pol. Journ. 252 pag. 401. Textile Manufacturer.

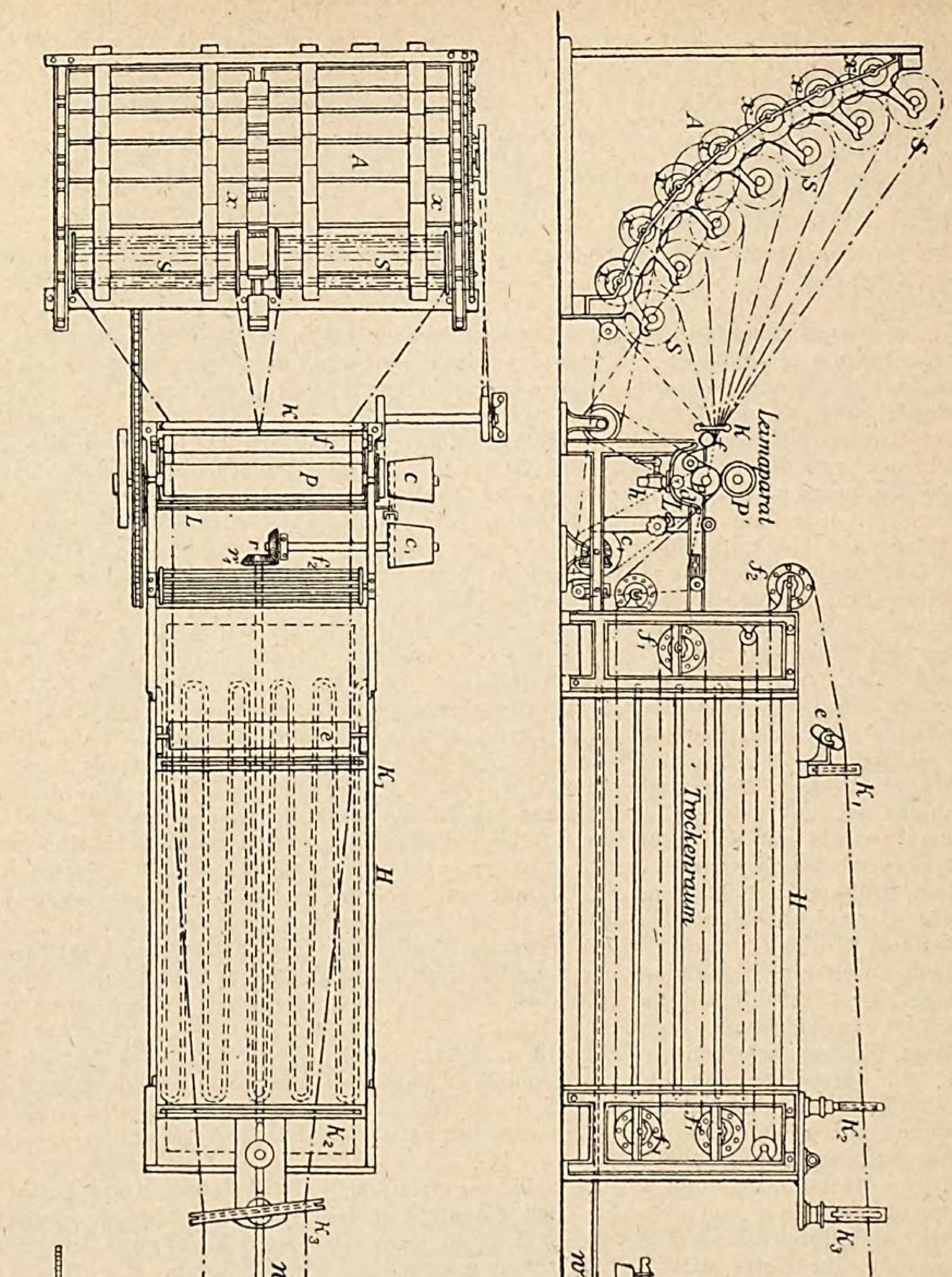


Fig. 5501.

Grossenhainer Leim-Maschine.

Scheren des folgenden Bandes um die Breite desselben verschoben. Nach dem Scheren wird die ganze Kette auf einen Vorbaum aufgewickelt. Dieser Baum wird nun in die Leimmaschine eingelegt, die ganze Kette in der gewöhnlichen Weise geleimt, in einer Kammer getrocknet und hierauf gebäumt, was jedoch alles gleichzeitig ausgeführt wird. Ebenso kann man hier, wie bei der früheren Maschine die Schermaschine allein verwenden und von dieser die Kette bäumen. Bei der Scher-, Leim-, Trocken- und Aufbäummaschine von Friedrich Sucker in

Grünberg*) wird die Kette zuerst bandweise auf einen Scherbaum mit Scheiben geschert, dieser der Leimvorrichtung vorgelegt und nach dem Leimen über eine Skelettrommel geführt, innerhalb welcher sich ein Flügelrad befindet, das durch den Luftzug ein Vortrocknen der Kette bewirkt und wird in einer Kammer dieselbe vollständig getrocknet und hierauf gebäumt. Auch hier können gleichzeitig zwei Ketten hergerichtet werden.

Stets sind die Schermaschinen mit Zählapparaten versehen, welche die Länge der Kette angeben.

Diese Maschinen beanspruchen einen Raum von ca. $9 \cdot 5^m \times 2 \cdot 5^m$ bis $14^m \times 3 \cdot 0^m$.

Bei der Theilschlicht- und Schermaschine von Bywater in Leeds wird die Kette zuerst ausgebreitet geschlichtet (oder geleimt), dann über zwei gegeneinander schräg stehende Trommeln (eine ist durch Dampf geheizt) in Strangform behufs Trocknung geführt und hierauf, nachdem sie nochmals wegen Theilung der Fäden auseinander gezogen wurde, wie bei der Hall'schen Sectionsschermaschine (s. pag. 501) in Scheibenform geschert.**)

Das Bäumen *(montage d'un rouleau — beaming)* und das Putzen oder Dressiren *(nettoyage — cleaning)*. Die Kette, ob geleimt oder nicht, muss auf den Kettenbaum in der richtigen Breite und Dichte und mit gleichmässiger Spannung straff aufgewickelt (gebäumt) werden. In einzelnen Fällen wird gleichzeitig oder nachher das Putzen der Kette mit ausgeführt. Werden die Ketten in voller Breite auf Maschinen geschlichtet oder geleimt, so erfolgt auf diesen das Bäumen (pag. 497 etc.).

Das Bäumen der Kette geschieht entweder vom Scherrahmen (der sächsischen Schermaschine) oder von mehreren Scherbäumen (der englischen Schermaschine), Baumdoubliren, oder vom Knäul. Im ersteren Falle ist ein Bäumgestell hinter dem (hiebei gebremsten) Scherrahmen vorhanden, auf welchem das Bäumen, wie bereits bei Fig. 5501 erwähnt, ausgeführt wird. Diese Methode findet Verwendung bei Streichgarnzwirn-, bunten und Seidenketten. Beim Baumdoubliren werden in ein Gestell die nothwendigen Scherbäume der englischen Schermaschine gelegt, diese zum gleichmässigen Ablauf der Kette gebremst und sämmtliche Kettenfäden über Spannstäbe und durch den Expansionskamm in der richtigen Breite und Spannung zum Kettenbaum geführt, welcher durch Riemen- oder Kurbelantrieb bewegt wird. Dieser Vorgang wird bei Zwirn- und bunten Ketten angewendet.

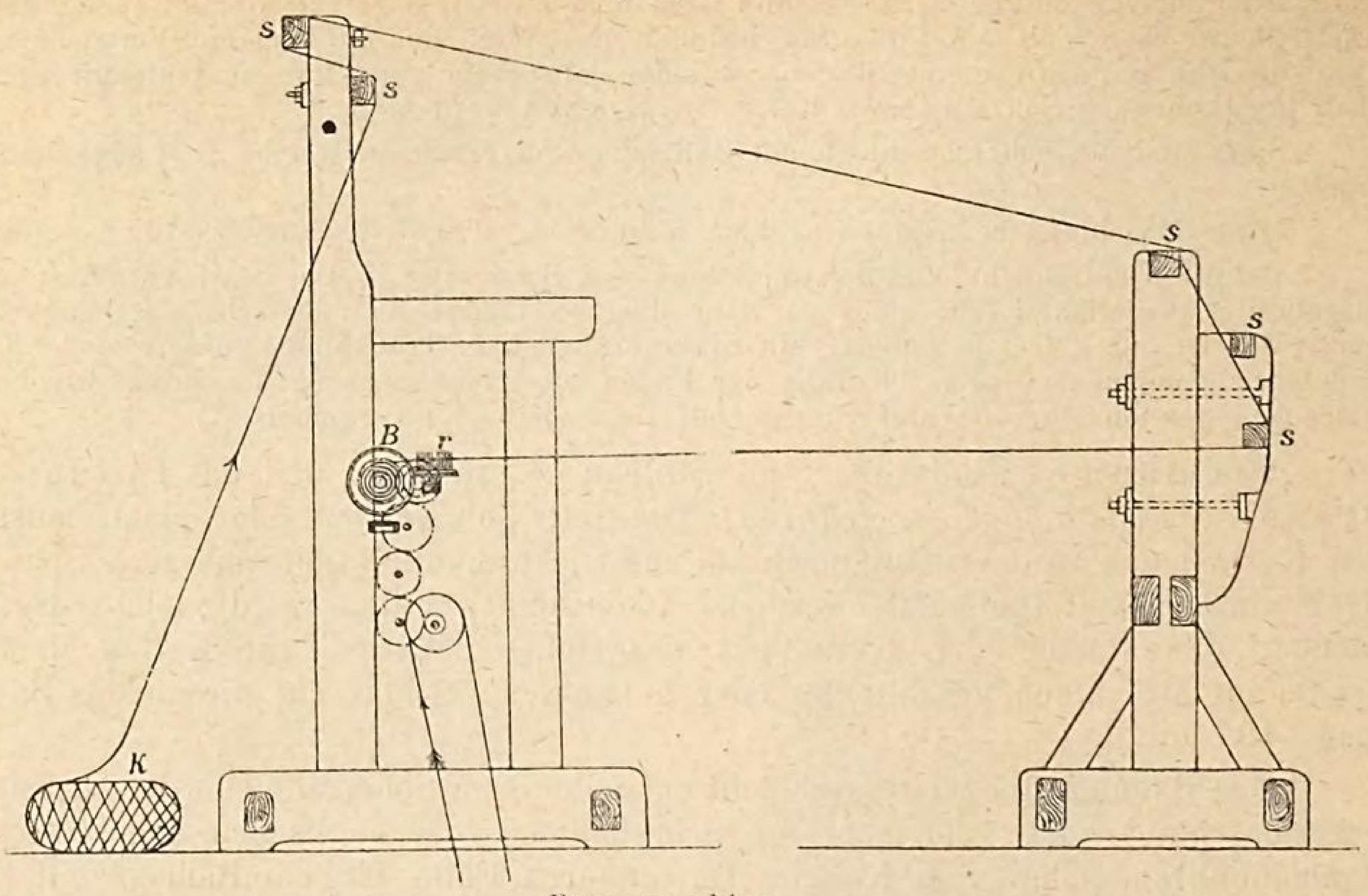
Wenn die Kette in Knäuelform ist, so wendet man eigene Bäummaschinen *(machine à enrouler — beaming machine)* an. Es wird der Kettenstrang gelöst und ausgebreitet zum Baum geführt.

Es sind deshalb diese Maschinen mit den entsprechenden Spann- und Theilungsvorrichtungen ausgestattet. Der Kettenbaum wird durch Kurbel- oder Riemenbetrieb bewegt. Fig. 5502 zeigt in schematischer Darstellung eine solche Maschine. Hiebei ist *k* der Ketten-Knäuel, *s* die Spannstäbe, von denen einer mit glatten Nägeln versehen ist, um die Kette nach Gängen zu trennen, *r* ein expansibler Kamm, meist als sog. Rautenkamm ausgeführt. Er besteht aus mit Zähnen besetzten Schienen, welche mit glatten Schienen durch Charnierbolzen stellbar verbunden sind. *B* ist der Kettenbaum, welcher durch den aus der Figur ersichtlichen Antrieb bewegt wird. Letzterer ist mit einer Zahnkupplung oder einem verschiebbaren Rade und Sperrvorrichtung versehen, um die periodische Bewegung des Kettenbaumes zu bewerkstelligen. Das zwischen dem letzten Riegel und dem Kettenbaume ausgespannte Stück kann hiebei gleichzeitig durchgesehen und von Unregelmässigkeiten befreit werden (Putzen). Der Kamm erhält öfter eine kleine hin- und hergehende Bewegung, um ein besseres Bewickeln zu erzielen. Das Putzen oder Dressiren hat den Zweck, die in den Kettenfäden vorkommenden Unregelmässigkeiten, wie Knoten, Wulste, zusammenhängende Fäden u. s. w. zu entfernen, um spätere Störungen beim Weben zu vermeiden. Es geschieht dieses in der Weise, dass ein Stück der Kette ausgespannt, mit einer Bürste überstrichen und mit einem Kamme durchfahren wird, wobei der Arbeiter gleichzeitig auf vorkommende schlechte Stellen zu achten und selbe auszubessern hat.

*) Dingl. pol. Journ. 235 pag. 190.

**) Dingl. pol. Journ. 252 pag. 401. Textile Manufacturer 1883 pag. 537.

Fig. 5502.



Bäummaschine.

Erfolgt das Putzen an der schon vorgebäumten Kette, so wird hiebei ein Umbäumen auf den eigentlichen Kettenbaum vorgenommen. Es geschieht auf eigenen Putz- oder Dressirmaschinen.

Das Einziehen der Kettenfäden in das Geschirr (Schäfte oder Litzen) und in das Blatt (Blattstechen), eventuell das Anknüpfen oder das Andrehen der Kettenfäden, erfolgt in der gleichen Weise wie in der Handweberei (siehe dort), nur dass es hier meist nicht am Stuhl, sondern in eigenen Gestellen geschieht und dann die eingezogene Kette am Stuhl festgemacht wird.

Vorarbeiten des Schusses. Das Spulen (*dévidage* — *spooling*) hat den Zweck das Schussgarn in eine für das Weben geeignete Form zu bringen, falls dasselbe nicht schon auf der Spinnmaschine in der gewünschten Form erzeugt wurde (z. B. Baumwollgarn als Schusskötzer, *pin-cops*).

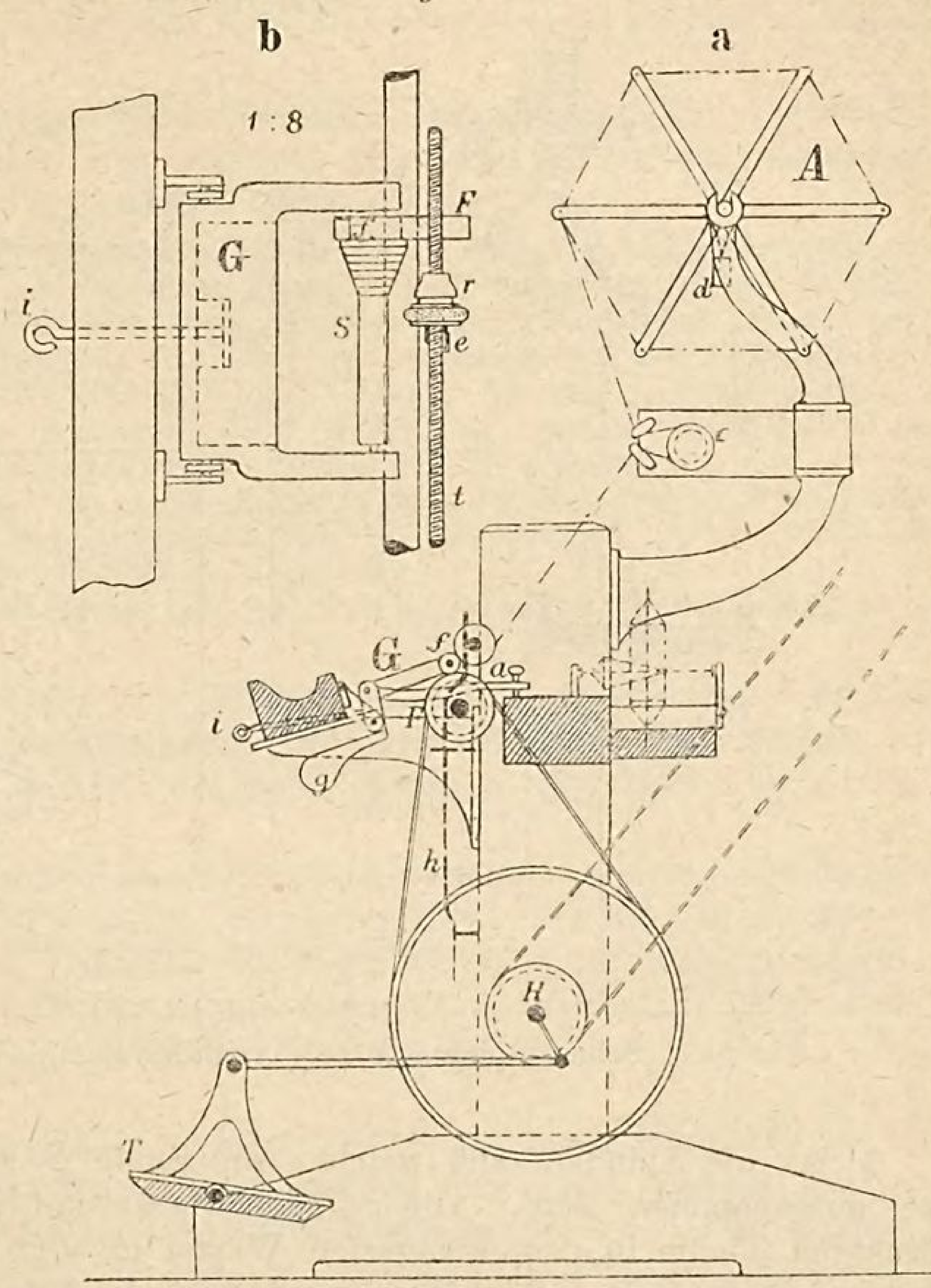
Baumwoll-, feines Leinen- und Streichgarn werden meist auf Holz- oder Blechspulen mit konischem Ansatz *(cop)* gebracht; weiches Kammgarn wird auf konische *(canette)*, hartes Kammgarn (Weft) und Seide auf cylindrische Papierhülsen *(tube)* gewickelt. Starkes Leinen-, Baumwoll-, Woll- und Jutegarn wird in Kötzer ohne Spule oder Hülse (Schlauchspule) gebracht. Für Bänder- und Brochirschuss wendet man auch Scheibenspulchen an. Die zur Verwendung kommenden Schuss-Spulmaschinen *(dévidoir* — *pirn-winder)* sind entweder nach dem Reibungsrollen- oder dem Trichtersystem gebaut. Bei ersteren erfolgt die Fadenführung durch eine Scheibe, die in der Achsenrichtung der Spulen von dieser selbst vorwärts geschoben wird, bei letzteren gibt ein Trichter die Form des Garnkörpers und erfolgt die Bildung desselben durch das Verschieben der Spule selbst. Der Vortheil der ersteren besteht in der Unabhängigkeit der Spulen von einander, wodurch man jede Art Spule und Material verwenden kann. Das Garn wird geschont, doch werden keine sehr festen Spulen erhalten. Die Trichterspulmaschinen erzeugen feste Spulen. Der Fadenführerhub ist bestimmt; das Garn wird gerieben, was nicht für alle Fälle zulässig ist. Die Anordnungen können bei beiden, mit stehenden oder liegenden Spulen, einfach oder symmetrisch sein. Die Einrichtung einer Schuss-Spulmaschine mit Reibungsrollen zeigt Fig. 5503.*) Bei dieser werden Holz- oder Blechspulen mit konischem Ansatz bewickelt. Die

*) Ausgeführt von der sächs. Webstuhlfabrik (vorm. L. Schönherr) in Chemnitz.

Anordnung ist liegend und einseitig. Die Aufwicklung erfolgt in konischen, gleich hohen Schichten und ist der Durchmesser des Garnkörpers gleich dem grössten Conusdurchmesser.

Auf einer durchgehenden Welle sind Frictionsscheiben *F*, an welche die Scheiben *f* der Spindeln anliegen und so Drehung erhalten. Auf der mit einer Feder versehenen Spindel steckt die Spule *S*. Erstere ist in einer Gabel *G* gelagert und durch Federn gehalten, welche aufhebbar (drehbar) und sammt ihren Lagern durch die im Brustbaume angeordnete Schraube *i* vor- und zurückstellbar sind, um in Folge der Veränderung der Entfernung vom Fadenführer, verschieden grosse Spulen zu erzeugen. Das Gewicht *g* bewirkt das stete Andrücken an die Schraube *i*.

Fig. 5503.



Schussspulmaschine (Reibungsrollensystem). (1/16 n. Gr.)

Der Antrieb der oben erwähnten Welle erfolgt von der Hauptwelle *H* durch Riementrieb, welche Welle durch Riemen von der Transmission oder durch den Fusstritt *T* bewegt werden kann. Der Fadenführer besteht aus einer mit steilem, flachen, nicht sehr tiefen Gewinde versehenen Schraubenstange *t*, welche von dem Hebel *h* durch einen von der Hauptwelle durch Räder angetriebenen Nuthcylinder gleichmässig hin und her bewegt wird. Auf *t* ist für jede Spule ein Rollenpaar *r*, welches mit einer Feder *e* verbunden ist, die mit ihrem Ende in das Gewinde eingreift. Dreht sich die Rolle *r*, so geht die Feder *e* im Schraubengange weiter und es wird dadurch *r* verstellt. Diese Rolle dient als Fadenleiter und bildet so eine Fadenschicht nach der anderen. Die Drehung der Rolle *r* erfolgt von der Spule *S* aus. Bei der Hin- und Herbewegung kommt der gerauhte (geriffelte) Theil der Rolle *r* einmal mit der Spule resp. dem Garnkörper in Berührung. Dadurch theilt sich die Bewegung der Spule der Rolle mit und verschiebt diese um ein Stück. Mit dem Fortschreiten des Garnconuses wird die Rolle *r* immer weiter geschoben und so nach und nach die Spule bewickelt. Durch Abheben der Gabel hört die Bewicklung auf und kann dies selbstthätig erfolgen, indem die Spule mit ihrer Bewicklung sich an dem durch Stellschrauben adjustirbaren Arm *a* (resp. einer Rolle an diesen) anlegt und dadurch abhebt, so dass *F* und *f* ausser Berührung kommen.

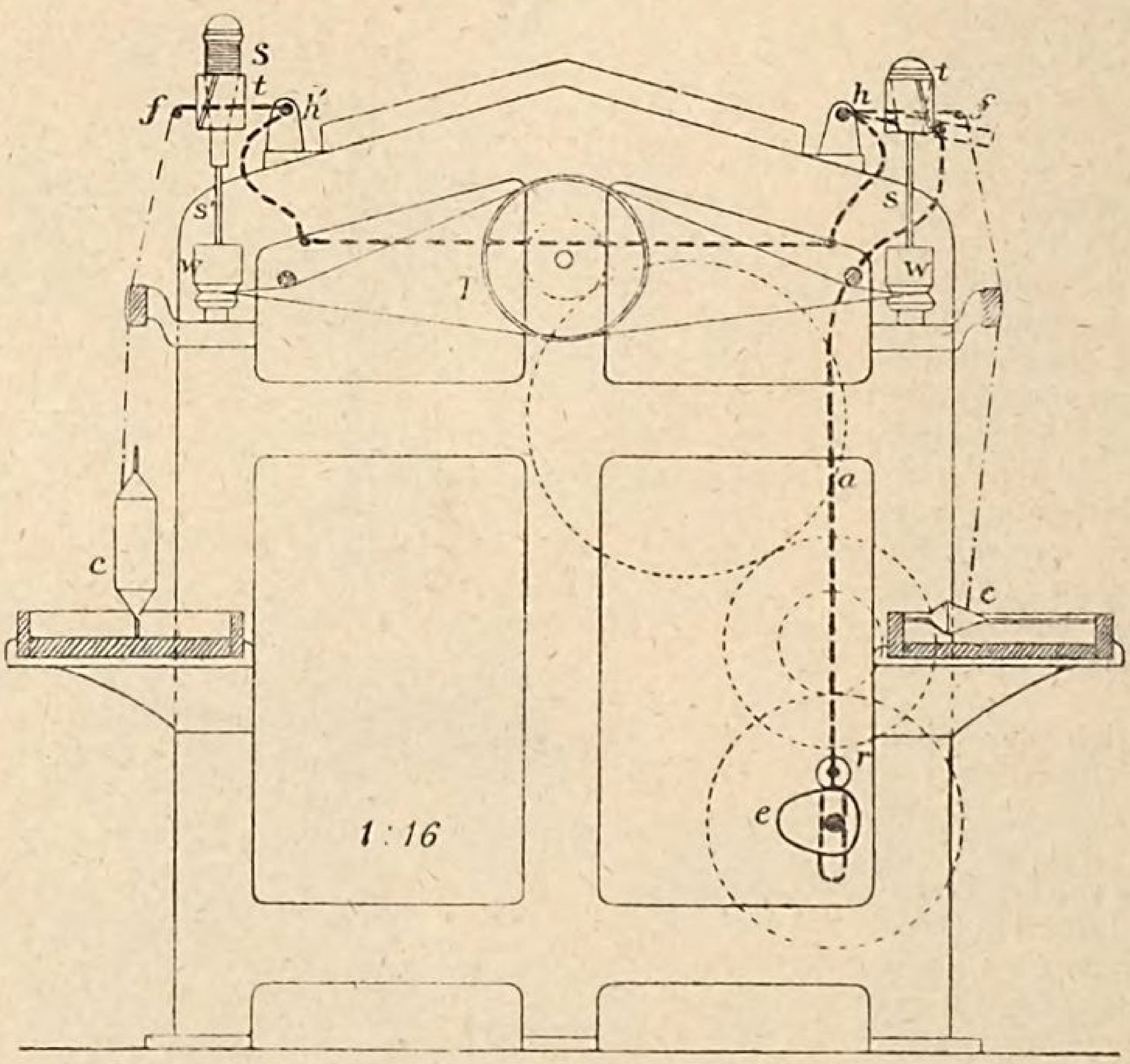
Das Garn ist entweder in Strähn- oder Kötzerform. Für den ersten Fall wendet man den Haspel *A* im oberen Theile der Maschine an, im letzteren Falle wird der aufgesteckte Kötzer fest oder drehbar an die aus der Figur ersichtlichen Stelle gelagert. (Die drehbare Lagerung wird nur für das letzte Stück des Kötzers angewendet.) *c* ist eine Bremsrolle zur Erzielung einer grösseren Fadenspannung und dadurch festerer Spulen. In ähnlicher Weise wirkt auch die Haspelbremsung bei *d*.

Dasselbe System ist auch für verticale Spulenlagerung in Anwendung (von Häfner in Chemnitz). Dabei ist für jede Spule eine verticale Schraubenspindel mit der Reibungsrolle und mit letzterer ein Arm mit dem Fadenführer verbunden, welcher sich jedoch nicht dreht, sondern durch einen verticalen Stift gehalten wird und nur aufsteigen kann. Die Schraubenspindeln und die Stifte für sämmtliche Spulen sind auf einer Schiene, welche die auf- und abwärts gehende Bewegung macht.

Auch zum Spulen auf Papierhülsen hat man derartige Maschinen, wobei nur die Spulen- und Schraubenstangenachse nicht parallel sondern geneigt gegeneinander sind.

Die Trichterspulmaschine zeigt Fig. 5504 in symmetrischer verticaler Ausführung. Auch hier erfolgt das Bewickeln von Holz- oder Blechspulen mit konischem Ansatz in konischen Schichten.

Fig. 5504.



Schuss-Spulmaschine (Trichtersystem). (1/16 n. Gr.)

s ist die Spindel, auf welcher die Spule *S* steckt und durch Feder oder Nase mitgenommen wird. Die Spindel steckt mit ihrem unteren flachen oder dreieckigen Theile in dem gelagerten Würtel *w*, der von der Trommel *T* durch Schnüre bewegt wird. Im oberen Theile wird die Spindel von einem feststehenden Trichter *t* mit schrägem Schlitz umschlossen. Wird nun durch den auf- und abschwingenden Fadenführer *f* der Faden zur Spule geführt, so wickelt sich derselbe in konischen Schichten auf und hebt sich durch den Druck auf den Trichter die Spule mit der Spindel allmälig, bis endlich nach Vollendung der Bewicklung die Spindel aus dem Würtel tritt und sich so selbst abstellt. Der Fadenführer *f* hat einen etwas kleineren Hub als die Trichterhöhe beträgt. Die Bewegung desselben erfolgt von der Herzscheibe *e* durch die auf derselben liegende Rolle *r* an der Stange *a*, welche die Fadenführerhebel *h* und *h'* durch Zwischenhebel und Verbindungsstange bewegt. Die Fäden gehen von Kötzern *c* ab, welche wie bei der früheren Einrichtung gelagert sind, oder von Strähnen, die sich auf Haspeln befinden, wobei gewöhnlich ein kleiner unten, (für Baumwollgarn) und ein grösserer oben (für Leinengarn) angeordnet ist. Die Einrichtung dieser Maschine ist wesentlich einfacher. Diese Maschinen werden von deutschen Firmen gebaut, während englische Firmen meist die liegende Anordnung der Spindeln ausführen, die Pressung durch Gewichte oder Federn erzielend.

Statt des Schnurtriebes wendet man auch häufig Frictionsantrieb an, wobei statt des Würtels eine horizontale, an der Antriebswelle die verticale Scheibe sich befindet.

Um die Nachtheile des Trichters zu vermeiden hat Hacking u. Comp. diesen durch einen seitlichen Conus ersetzt, von welchem der Garnkörper direct bewegt wird, wodurch der Trichter in Wegfall kommt. Um die ungleiche Fadengeschwindigkeit bei dem Aufwickeln in konischen Schichten zu vermeiden, verwendet man Einrichtungen zur Erzielung einer con-

stanten Geschwindigkeit. Diese bestehen entweder in einer Stange, die beim Auflaufen des Fadens gegen den kleinen Conusdurchmesser nach abwärts geht und den Faden länger hält, beim Auflaufen gegen den grossen Conusdurchmesser nach aufwärts geht und den Faden nachlässt. Oder man gibt den Spindeln verschiedene Geschwindigkeit, wobei bei Frictionsantrieb die Scheiben hin und her verschoben werden oder man wendet die Kurbelschleife oder herzförmige Räder zum Spindelantrieb an. (Ausgeführt von Lindner in Chemnitz, Atherton Brothers in Preston und R. Voigt in Chemnitz.)

Auch hat man festgelagerte Spindeln und auf- oder abgehende Trichter in Verwendung gebracht.

Für stärkere oder steifere Garne (Leinen, Jute, Baumwolle) werden Kötzer erzeugt. Diese presst man in den Schützen ein. Die Herstellung derselben erfolgt auf der Kötzerspulmaschine *(Cop winder)*.*)

Dieselbe ist nach Art der Trichterspulmaschine mit folgenden Abänderungen gebaut: Die Spindel ist an der Stelle, wo sich das Garn aufwickelt, achtseitig, damit dasselbe sich gut anlegt. Die Spindeln werden sehr stark mit dem Garnkörper in den Trichter gedrückt und zwar durch Gewichte, so dass das Garn sehr fest gewickelt ist. Der Fadenführer erhält seine Bewegung von einer Kurbel (oder Excenter), welche auf einer schnellgehenden Welle sitzt, so dass derselbe rasche Schwingungen ausführt. Es werden dadurch die Fadenschichten sehr steile Windungen erhalten und der Faden sich oft kreuzen, was mit der scharfen Pressung de Garnes im Trichter den festen Zusammenhalt der Kötzer gibt. Diese Maschinen sind mit selbstthätigen Abstellvorrichtungen für jede Spindel versehen, für den Fall, dass ein Faden reisst oder die Spule die gewünschte Grösse hat.

Derartige Maschinen werden von Combe, Barbour u. Combe in Belfast und Rud. Voigt in Chemnitz gebaut.

Die Herstellung der Schuss-Spulchen mit Scheiben erfolgt auf ähnlichen Maschinen, wie die Erzeugung der Kettenspulen. Die Spindeln stehen schräg heraus in mehreren Reihen, wegen der besseren Uebersicht über eine grosse Zahl derselben.

Das Anfeuchten der Schuss-Spulen *(trempe — wetting)* hat den Zweck, den Schuss und beim Weben selbst die Kettenfäden weicher und nachgiebiger zu machen und dadurch ein dichteres Zusammenschlagen zu bewerkstelligen. Es muss jedoch der Schuss vollkommen gleichmässig genässt sein. Man kann das Nässen des Garnes entweder im Strähn oder in der Spule vornehmen, ersteres geschieht selten.

Das Anfeuchten der Spulen erfolgt entweder durch Einlegen in Wasser oder besser im Anfeuchtapparate. Dieser besteht aus einem eisernen Kasten mit abhebbarem Deckel, in welchen die Spulen eingelegt werden. Der Kasten wird verschlossen und nun durch eine Pumpe entweder das Wasser eingepresst (bei Entweichen der Luft) oder die Luft ausgesaugt und gleichzeitig das Wasser nachgedrückt oder die Luft möglichst ausgepumpt und nur durch den natürlichen Luftdruck das Wasser in den Kasten gebracht. Dadurch werden die Spulen vollständig vom Wasser durchdrungen und hierauf das überschüssige entfernt. Man benützt hiezu entweder Dampf (selten) oder eine Centrifuge, welche statt eines Korbes eine Scheibe mit Stiften besitzt, auf welch letzteren die Spulen aufgesteckt werden.

Das Doubliren und Zwirnen. Das erstere bezweckt die Vereinigung mehrerer Fäden zu einem, ohne Drahtertheilung, letzteres eine Drehung doublirter Fäden. Zum Doubliren kann man die gewöhnlichen Spulmaschinen verwenden, zum Zwirnen benützt man die Water- und Ringzwirnmaschine, s. Zwirnen.

Die mechanischen Webstühle oder Kraftstühle *(métier à tisser mécanique — power loom)* sind zumeist derart eingerichtet, dass sämmtliche beim Weben vorkommende Bewegungen von denselben selbstthätig ausgeführt werden. Bloss die Breithaltungsvorrichtungen werden in einzelnen Fällen (bei breiten Tuchstühlen) von dem Weber verstellt.

Die Bauart, das System derselben richtet sich nach den zu erzeugenden Geweben und sind da die mannigfaltigsten Constructionen in Verwendung.

Wir können im Allgemeinen folgende Arten unterscheiden:

*) Verhandlg. d. Vereins z. Beförderung d. Gewerbefleisses in Preussen 1882 pag. 178.

a) Die sogenannten schmalen oder englischen Webstühle für leichtere Baumwoll-, Halbwoll- und Wollwaaren, in stärkerer Bauart für schwerere Gewebe derselben Materiale und in Leinen, Jute und für einfache Lauf-Teppiche.

b) Die schweren oder breiten Webstühle, auch nach dem Zweck Tuch- und Buckskinstühle genannt, für Tuch, Wollstoffe, starke Baumwoll- und Leinenstoffe, sowie für gemusterte Teppiche und Möbelstoffe.

c) Die eigentlichen Teppichwebstühle für geschnittene und gezogene Teppiche (Brüssler, Velour, Tapestry), sowie für ähnliche Velourstoffe, Schuhcords u. s. w.

d) Die Seidenwebstühle für glatte und gemusterte Seidengewebe.

e) Die Bandstühle oder Bandmühlen zur Erzeugung von Bändern.

f) Die Doppelsammtstühle zur Herstellung von 2 übereinander befindlichen, durch die Polfäden zusammenhängenden Sammtgeweben.

Die Webstühle werden bezüglich ihrer Construction in weiterer Weise unterschieden:

I. Kurbelstühle *(crank-looms)*, bei welchen die Bewegung der Lade durch eine Kurbelwelle erfolgt.

II. Scheibenstühle *(wiper-looms)*, bei welchen zur Bewegung der Lade unrunde Scheiben oder Nuthcylinder (fast nur auf schwere Waare) zur Verwendung kommen.

Nach der Anordnung der Lade unterscheidet man 2 Arten:

a) Die Lade ist unten gelagert (Stehlade) und schwingt also um eine unterhalb der Kette befindliche Ladenachse. Diese Anordnung hat den Vortheil der sicheren Lagerung und ist ein solcher Stuhl stabiler.

b) Die Lade ist wie bei den Handstühlen oben gelagert (Hänglade) und schwingt um eine oberhalb der Kette befindliche Ladenachse. Diese Einrichtung bedingt eine höhere Bauart des Stuhles, ist weniger stabil und findet nur Verwendung bei den Bandstühlen, zuweilen bei Seidenstühlen und bei solchen für Kammgarnstoffe und Wolldecken.

Nach der Art des Schützenschlages unterscheidet man:

1. Unterschläger, bei welchen die Vorrichtung zur Bewegung der Schütze (Schützenschlagvorrichtung) sich im unteren Theile des Webstuhles theilweise an der Lade, die hier stets unten gelagert ist, befindet.

2. Mittelschläger, fälschlich immer Oberschläger genannt, bei welchen die Schlagexcenter unten, die auf den Treiber wirkenden Theile (Schlagarm und Peitsche) dagegen oben angeordnet sind. Die Lade ist eine Stehlade.

3. Die eigentlichen Oberschläger, welche fast nur bei Webstühlen mit Hänglade und bei langsamem Gange in Anwendung sind. Das Schlagexcenter ist unten, die Schlagwelle und der Schlagarm ist oben gelagert.

Nach der speciellen Einrichtung für die Musterbildung unterscheidet man:

a) Webstühle für leinwandartige und andere einfache Gewebe. Die Schafthebung (Fachbildung) erfolgt durch Excenter; diese Stühle heissen Excenter- oder Trittstühle.

b) Webstühle für einfach gemusterte Waaren, wobei die Fachbildung durch Schaftmaschinen erfolgt, heissen Schaftmaschinenstühle.

c) Webstühle für Musterwaare mit grösseren Dessins, wobei die Fachbildung durch eine Jacquardmaschine bewerkstelligt wird. Diese heissen Jacquard-Kraftstühle.

d) Webstühle für schussgestreifte oder carrirte Waaren sind mit Wechsellade versehen, sie heissen Wechsel- oder Carrirstühle.

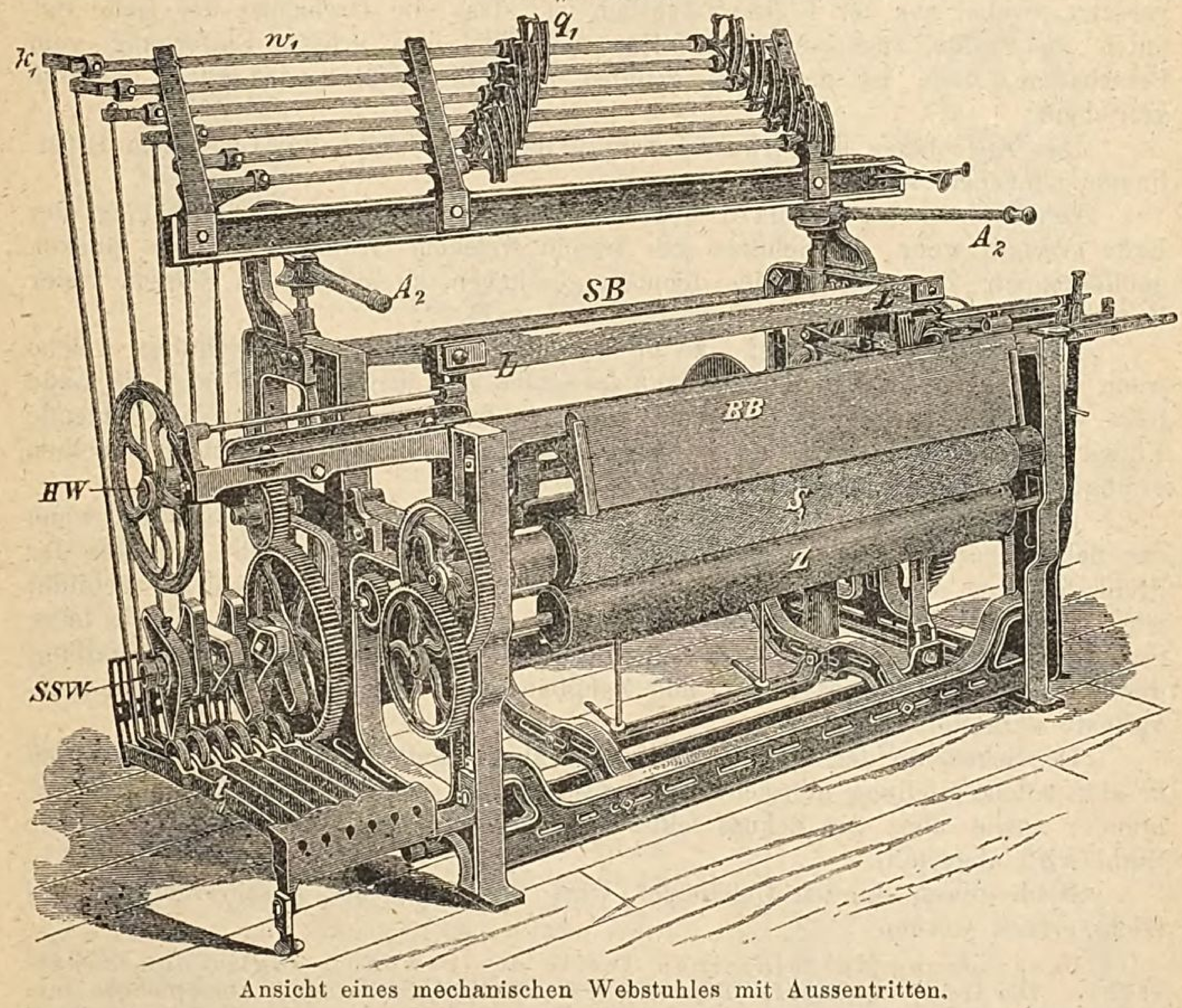
Die Einrichtung der Kraftstühle wird für das Verständniss leicht, wenn man den scheinbar sehr zusammengesetzten Mechanismus in seine Theilmechanismen entsprechend den zu erfüllenden Einzelzwecken zerlegt. Dieser Vorgang ist bei jeder zusammengesetzten selbstthätigen Maschine durchzuführen und erst der

näheren Beschreibung sind die rein baulichen Elemente der Maschine, als das Gestelle u. dgl. zuzuweisen.*)

Bei jedem Webstuhle muss die Kette allmälig zur Abwicklung, der Zeug zur Aufwicklung gelangen; bei jedem ist die Kette durch die Wirkung der Schäfte entsprechend zu theilen, Bewegung der Schäfte, — der Schuss einzutragen, Bewegung der Schütze, — der Schuss anzuschlagen, Bewegung der Lade. — Bei den Kraftstühlen muss aber noch ein Mechanismus beigefügt werden, durch welchen der Stuhl sofort abgestellt wird, wenn der Schuss reisst, Schusswächter — oder wenn die Schütze nicht richtig aus einem Schützenkasten in den anderen gelangt, Schützenwächter.

Die Aufwicklung des Zeuges erfolgt durch die ruckweise Bewegung des sogenannten Sandbaumes, dessen rauhe Oberfläche sowohl den Zeug mitnimmt als den Zeugbaum, gegen welchen er drückt, dreht. In Fig. 5505 ist S_1 der Sand-

Fig. 5505.



Ansicht eines mechanischen Webstuhles mit Aussentritten.

baum, Z der Zeugbaum. Durch das Aufwickeln des Zeuges ist die Abwicklung der Kette vom Kettenbaum K bedingt und wird die richtige Spannung durch eine Bremsvorrichtung am Kettenbaum erzielt. Mit SB ist in Fig. 5505 der Streichbaum, mit uu die Kreuzruthen (Fig. 5506), mit BB der Brustbaum bezeichnet.

*) Der Laie wird durch jede sehr zusammengesetzte, automatische Maschine, wenn er sie arbeiten sieht, verblüfft. Sowie er jedoch die Einzelzwecke zu trennen vermag und die hierzu verwendeten Mechanismen vom Werkzeug bis zum Antriebe bei arbeitender Maschine zurück verfolgt, so lüftet sich der Schleier gar bald. Der Einzelzweck ist hier der Wegweiser zur Erkennung des Theilmechanismus, bezw. der Führer zur Erkennung der einfachen kinematischen Ketten, aus welchen sich der zusammengesetzteste Mechanismus aufbaut.

Die Bewegung der Schäfte erfolgt von der Hauptwelle *H W* durch die Räder *r R* auf die Schützenschlagwelle *S S W*, an welcher die Excenter e_1 e_2 sitzen, die auf die Tritte t_1 t_2 einwirken. Fig. 5506 zeigt, dass die Tritte in bekannter Art die Schäfte s_1 s_2 bethätigen.

Die Bewegung der Schütze geht von der Schützenschlagwelle *S S W* aus. An derselben sitzt eine eigenthümlich geformte Scheibe *E*, Fig. 5518, welche auf den kurzen Arm *o* der verticalen Treiberwelle *T* einwirkt, diese um einen kleinen Winkel dreht und dadurch den Arm *A* (Oberschlag) zwingt, denselben Bogen zu durcheilen. Der mit dem Arme verbundene Riemen wirkt auf den im Schützenkasten verschiebbaren Treiber *t*, welcher die Schütze durch das geöffnete Fach treibt. Die gleichartige Anordnung befindet sich beiderseits am Kraftstuhle und dadurch wird die Schütze hin oder her getrieben, so oft ein Fach gebildet ist.

Die Bewegung der Lade geht unmittelbar von der Hauptwelle *H W* aus, Fig. 5506; mittelst Kurbel und Pleuelstange wird die Lade in Schwingungen versetzt, wobei aus der Figur ersichtlich ist, dass die Drehachse der Lade tief unten im Stuhle angeordnet ist. Hat die Lade ihre grösste Entfernung vom Brustbaume, dann ist das Fach geöffnet und die Schütze wird durch dasselbe getrieben.

Das Anschlagen des Schusses erfolgt natürlich, wenn die Lade dem Brustbaume zunächst sich befindet.

Der Schützenwächter bezweckt zu verhindern, dass der Schlag der Lade erfolgt, wenn die Schütze aus irgend welchem Grunde im Fache stecken geblieben ist; denn würde dies dennoch geschehen, so müsste ein Reissen vieler Kettenfäden erfolgen.

Der Schützenwächter ist eine an der Lade angebrachte Vorrichtung, welche wenn die Schütze in keinem der Schützenkästen sich befindet, während die Lade beim Vorschwingen ihrer Mittelstellung nahe ist, durch die in diesem Falle fehlende Einwirkung der Schütze auf einen beweglichen Theil eine solche Stellung desselben ermöglicht, dass die Arretirung des Stuhles erfolgt.

Der Schusswächter hat die Aufgabe, den Kraftstuhl abzustellen, wenn der Schuss gerissen oder ausgegangen; denn geschähe dies nicht und liefe der Stuhl fort, so würde der Zeug weiter aufgebäumt, ohne dass solcher gebildet wird. Dadurch käme der letzte Schussfaden in eine falsche Lage und um leere Streifen zu vermeiden, müsste erst dessen Zurückführung in die richtige Stellung durch Zurückdrehen des Ketten- und Zeugbaumes erfolgen, was mit vielem Zeitverluste verknüpft wäre.

Der Schusswächter ist eine leicht bewegliche Gabel, welche von dem Schusse in eine solche Stellung gebracht wird, dass sie auf weitere Theile keinen Einfluss nimmt; sowie aber der Schuss fehlt, tritt sofort diese Einflussnahme ein, der Stuhl wird abgestellt.

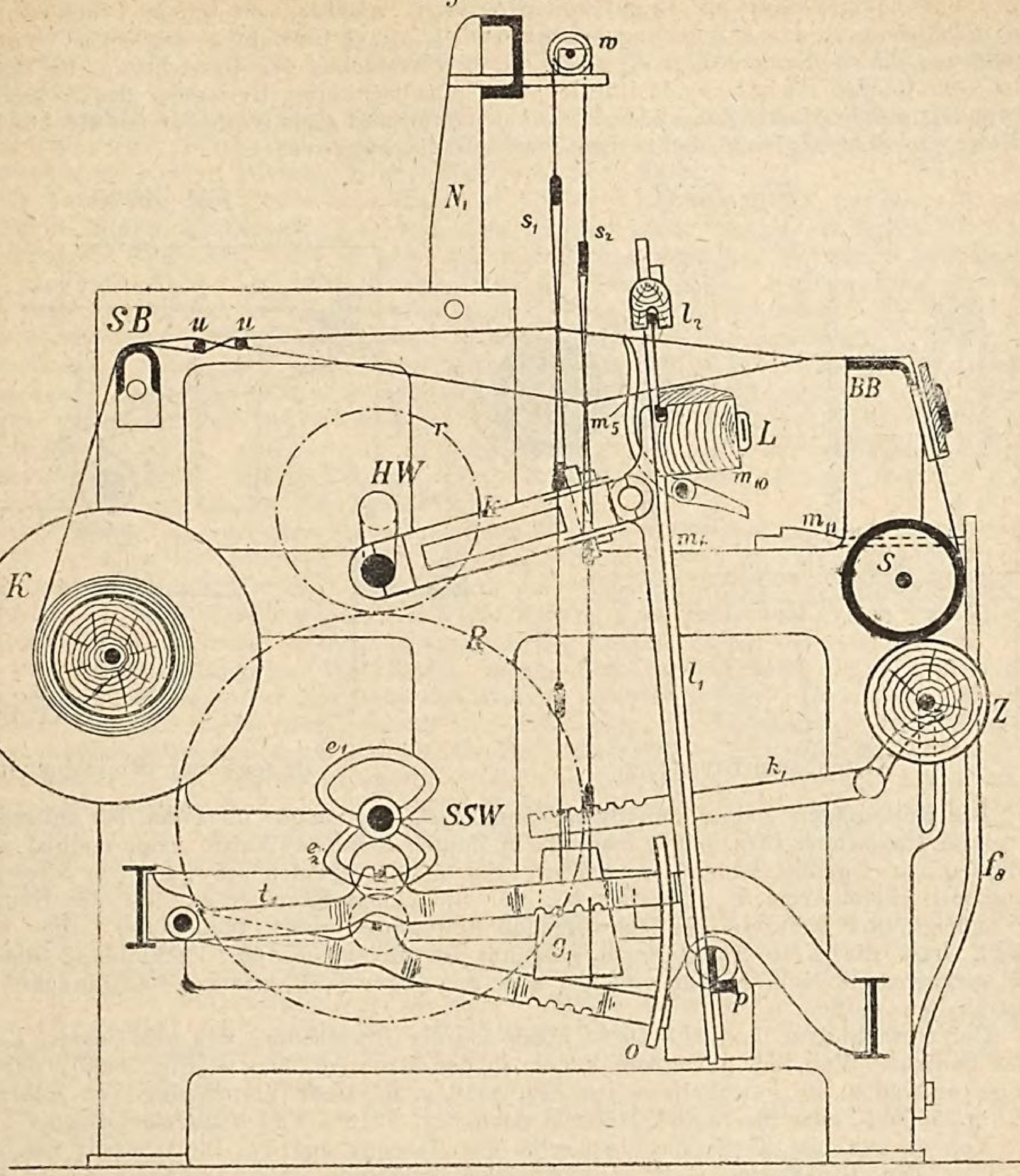
Nach dieser kurzen Uebersicht wird die eingehende Beschreibung gewiss leicht erfasst werden.

Besprechung der einzelnen Theile der gewöhnl. englischen Kraftstühle. Die Hauptwelle *HW* Fig. 5506 *) ist als Kurbelwelle mit 2 Abkröpfungen ausgeführt und bewegt durch 2 Kurbelstangen *k* die Lade *L*. Auf ihr sind Fest- und Losscheibe *f* und *l*, das Antriebsrad *r* für die Schützenschlagwelle *S S W*, das Bremsrad *B* und das Schwungrad aufgekeilt. Diese Welle macht pro Schuss eine Umdrehung.

Der Ketten- und Waarenbaum *K*, Fig. 5506, ist zumeist aus Holz mit eisernen Zapfen und Endringen versehen, welch erstere in den entsprechenden Ausschnitten der Gestellwände eingelegt sind. Auf demselben sind entweder durch Klemmschrauben die zweitheiligen oder durch Holzschrauben die ganzen Baumscheiben in der für das Gewebe nothwendigen Breite befestigt und zwischen diesen die Kette aufgebäumt. In vielen Fällen ist auf den Kettenbaum eine Blechhülse mit den zwei Baumscheiben aus Blech oder Gusseisen aufgeschoben und festgemacht. Diese Anordnung hat den Vortheil, dass für den Bezug der geschlichteten Kette von auswärts, nur die Hülse transportirt werden muss, dagegen den Nachtheil, dass nur

*) Siehe auch spätere Figuren.

Fig. 5506.



Längsschnitt durch einen Kraftstuhl mit Innentritten.

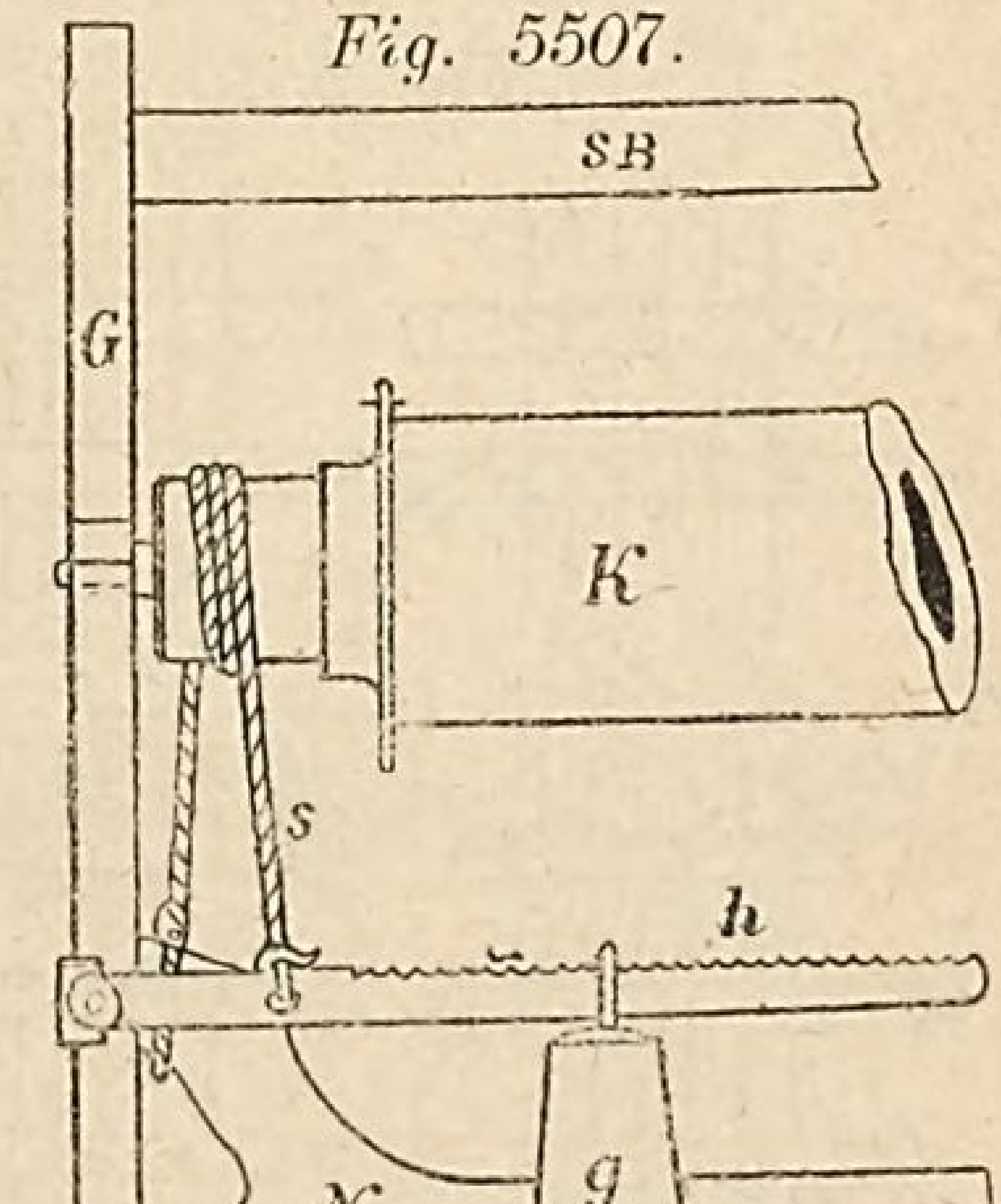
Stoffe bestimmter Breite erzeugt werden können, weil die Scheiben ein Stück mit der Blechhülse bilden.

Zur Zurückhaltung des Kettenbaumes, resp. zur kräftigen Spannung der Kette werden die Kettenbaumbremsen verwendet, d. h. es sind um den Kettenbaum oder um die an den Baumscheiben befindlichen Bremsscheiben Seile mehrmals geschlungen, Fig. 5507, deren Enden einerseits am Webstuhlgestelle befestigt, anderseits belastet sind.

Das Seil erzeugt am Umfange des Baumes eine Reibung, welche von der Anzahl der Seilwindungen (2—4) und der Belastung abhängig ist. Diese Reibung entspricht der Kettenspannung. Damit nun bei jedem Durchmesser des Kettenbaumes (grösster beim Beginn des Webens, kleinster beim Abweben) eine gleiche Kettenspannung erzielt wird, und so ein gleich dichtes Gewebe entsteht, ist es nothwendig, mit abnehmendem Kettenbaumdurchmesser die Reibung zu verringern. Dies geschieht von Zeit zu Zeit bei directer Belastung durch Abheben einzelner Gewichte, bei indirecter Belastung durch Verschieben des Gewichtes am Hebel nach einwärts.

Bei leichteren Wollketten wird statt der Seilbremse eine Backenbremse angewendet, Fig. 5508.

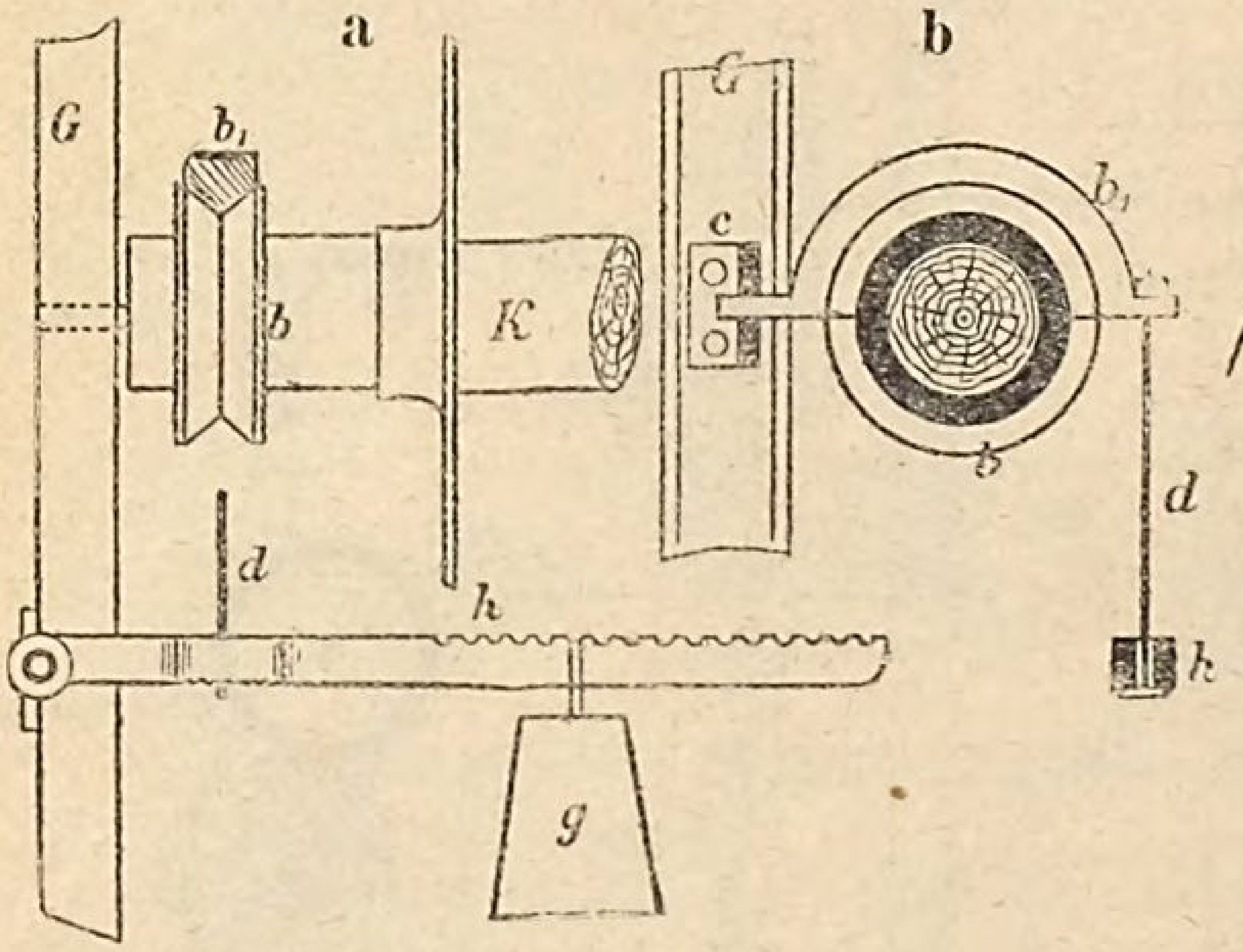
Fig. 5507.



Kettenbaum-Bremsung.

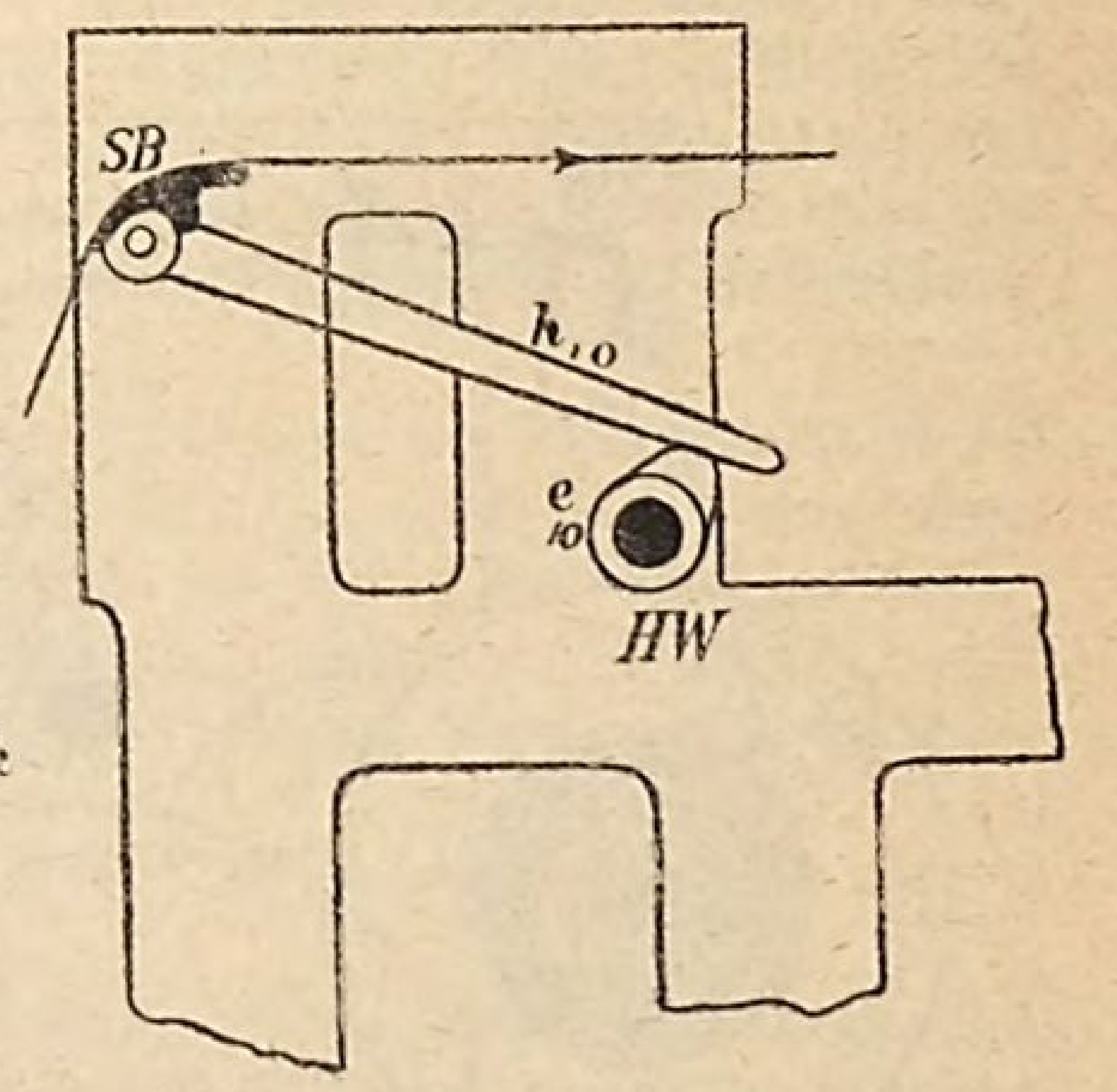
Bei dieser ist mit dem Baum eine feste Scheibe b mit keilförmiger Nuth verbunden, in welcher ein halbkreisförmiger Bremsbacken b_1 liegt, welcher von einem Stücke c am Gestelle gehalten und durch Zugstange d mit Hebel h und Gewicht g angepresst wird. Die Veränderung der Reibung erfolgt ebenfalls durch Verschieben des Gewichtes g. Bei den Webstühlen von George Keighley in Burnley wird eine bestimmte Bewegung des Kettenbaumes angewendet, welche durch Zahnräder Wurm und Wurmrad erzielt wird. Damit die Abwicklung der Kette pro Schuss gleich bleibt, sind Wechselräder angewendet.

Fig. 5508.



Kettenbaum-Bremsung.

Fig. 5509.



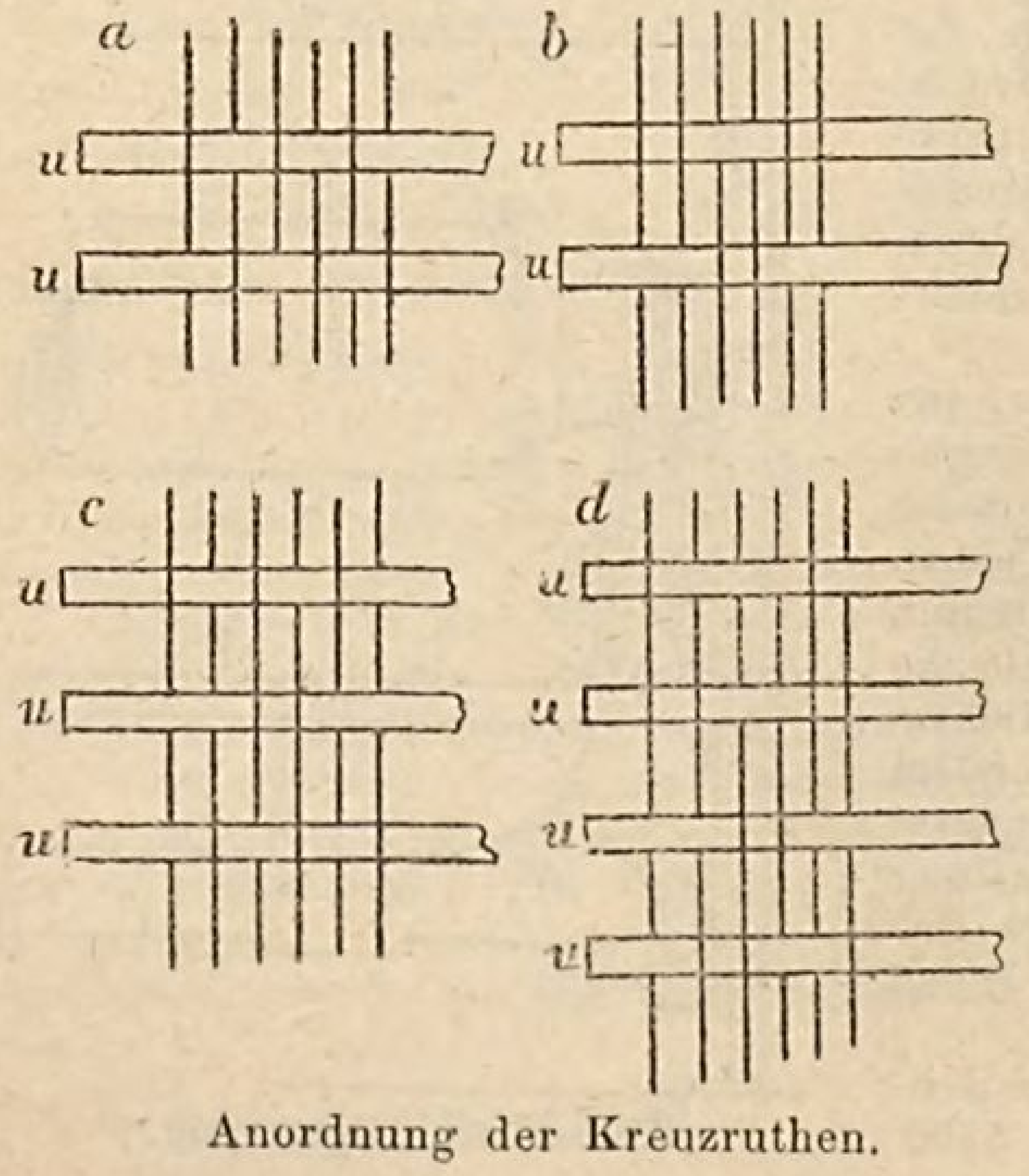
Beweglicher Streichbaum.

Die Kettenfäden gehen zum Streichbaum SB, Fig. 5506; derselbe ist entweder als feste glatte Hohlschine (Fig. 5506) oder als in Zapfen laufende Walze, oder endlich als eine um Zapfen schwingende Schiene ausgeführt. Fig. 5509 zeigt den schwingenden Streichbaum, welcher mit einem Arme h_{10} versehen ist, der auf einem Excenter e_{10} auf der Hauptwelle HW aufliegt und dadurch eine schwingende Bewegung erhält (Walkwelle). Dies hat den Vortheil, dass die Kette stets gleich gespannt ist, indem bei der Fachbildung die Kette etwas nachgelassen, beim Zusammengehen aber angezogen wird, wodurch Fadenbrüche leichter hintangehalten werden.

Der Streichbaum liegt 30—50mm höher als der Brustbaum, was eine bessere Lage des Faches bewirkt. Von ihm gehen die Fäden zu den Kreuzruthen uu (Fig. 5506), deren Anordnung entweder die gewöhnliche ist, Fig. 5510 a, oder zur Vermeidung von Rohrstreifen nach Fig. 5510 b, oder für rauhes Material nach Fig. 5510 c und d abgeändert sein kann.

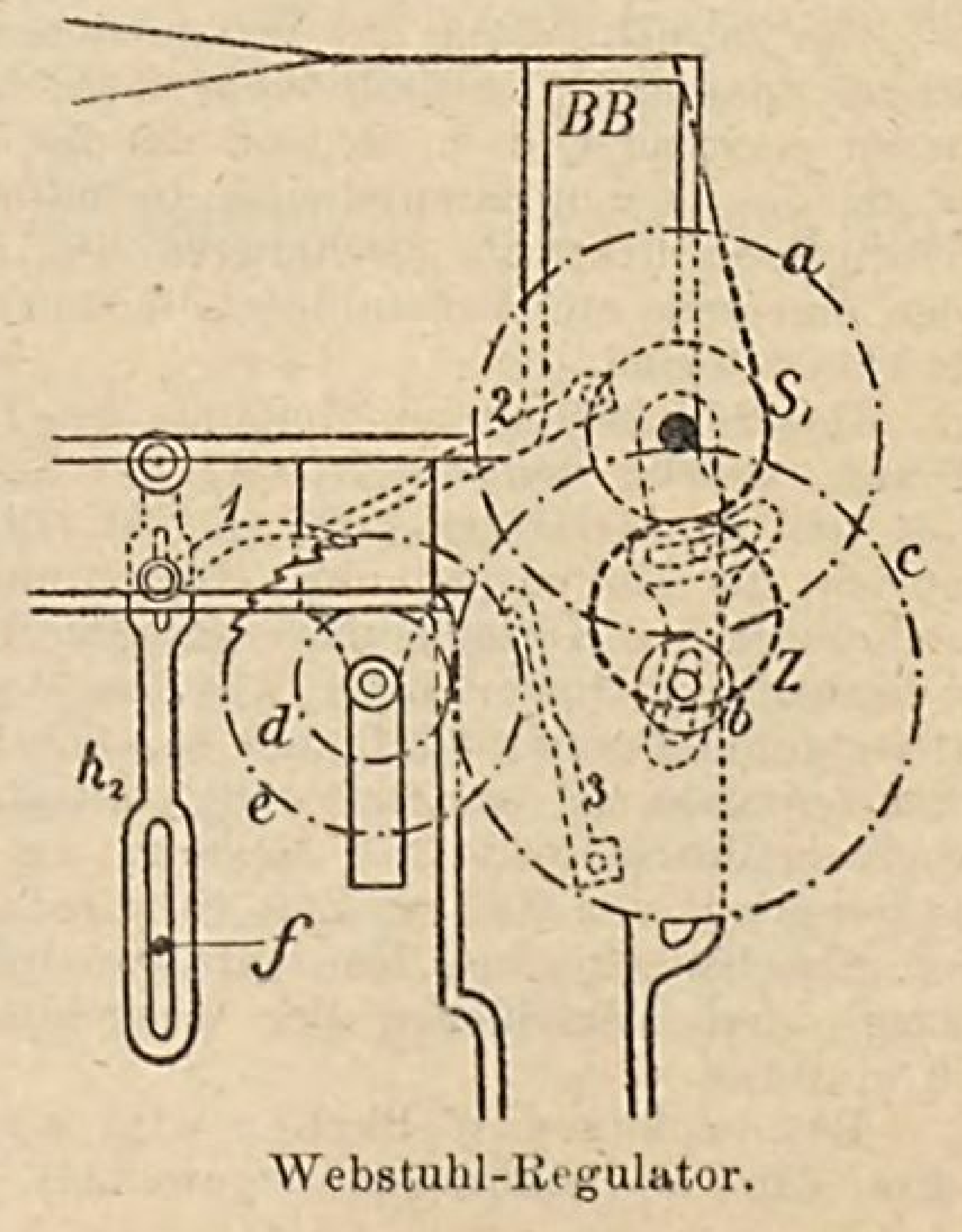
Von da geht die Kette, nachdem selbe das Geschirr und das Blatt passirt hat, als Gewebe über den Brustbaum BB zur Aufwickelvorrichtung, dem Waaren- oder Zeugbaum Z. Dieser ist ebenfalls aus Holz mit eisernen Zapfen.

Fig. 5510.



Anordnung der Kreuzruthen.

Fig. 5511.



Webstuhl-Regulator.

Die Bewegung des Waarenbaumes erfolgt indirect durch den Sandbaum S_1, an welchen ersterer durch einen Hebel h_1 mit Gewicht g_1 angedrückt wird.

Diese Gesammtanordnung ist zur gleichmässigen Aufwicklung nothwendig, da sonst der Waarenbaum mit zunehmendem Durchmesser immer mehr Waare aufwickelt, die Schussdichte also kleiner wird.

Der Sandbaum ist aus Holz oder Eisen, im ersteren Falle mit Sand, Schmirgel, Fischhaut oder perforirtem Blech, im letzteren mit Baumblech überzogen, oder einfach geriffelt. Dadurch wird das sichere Mitnehmen des Waarenbaumes erzielt.

Zur Bewegung des Sandbaumes dient der Webstuhlregulator, welcher für jeden Schuss soviel Waare aufwickelt, als von dem Schuss erzeugt wurde, z. B. bei 10 Faden pro 1cm (Schussdichte) stets 0·1cm = 1mm. Die Einrichtung desselben Fig· 5511 ist folgende: An dem Sandbaume S_1 ist ein Zahnrad, das Baumrad a angeordnet, welches durch das Vorgelege b und c von einem auswechselbaren Rade d (Wechselrad, Schusswechsel) angetrieben wird, an dessen Achse das Sperrad e sitzt. In dieses greift die Regulatorklinke *1* ein, welche an einem Hebel h_2 sitzt, der wieder von einem Mitnehmer f an der Ladenstelze eine hin- und hergehende Bewegung erhält, so zwar, dass bei jeder Ladenbewegung (d. i. per Schuss) das Sperrad um einen Zahn (auch um zwei Zähne, was durch die Verstellung des Mitnehmers im Schlitz des Hebels h_2 erzielt wird) weitergeht. Damit nun beim Zurückgehen des Sperrkegels das Sperrad nicht mit zurückgeht, greift in letzteres eine zweite Klinke, die Regulatorgegenklinke *2* ein, welche das Sperrad hält.

Diese Klinke sitzt an einer schwachen Quer-Welle, welche am Ende mit einem Finger m (Fig. 5521) versehen ist, wodurch selbe mit dem Schusswächter in Verbindung steht. Die Klinke *2* untergreift die Klinke *1* und sobald der Webstuhl durch den Schusswächter bei Fadenbruch u. s. w. abgestellt wird, hebt *2* die Klinke *1* aus und stellt dadurch gleichzeitig den Regulator ab. Dadurch werden weniger dichte Stellen im Gewebe vermieden. Doch werden vor der Abstellung des Webstuhles, welche nicht sofort erfolgt, noch 1—2 Touren gemacht werden, so dass doch der neue Schussfaden abstehen würde. Durch die Spannung in der Kette und im Stoffe erfolgt jedoch ein Zurückgehen des letzteren und um dieses zu begrenzen, kommt jetzt eine dritte Klinke, die Expansionsklinke *3* zum Eingriff in das Sperrrad. Diese Klinke, leicht drehbar gelagert, besteht aus zwei Stücken, die durch eine Schraube leicht zusammengehalten sind und beim Eingriff ein geringes Auseinandergehen gestatten, so dass das Sperrad nur um 1—2 Schuss (den oben angeführten Spielraum) sich drehen kann, also den Sand- und Waarenbaum in der richtigen Stellung festhält, damit mit dem Weiterweben sofort begonnen werden kann.

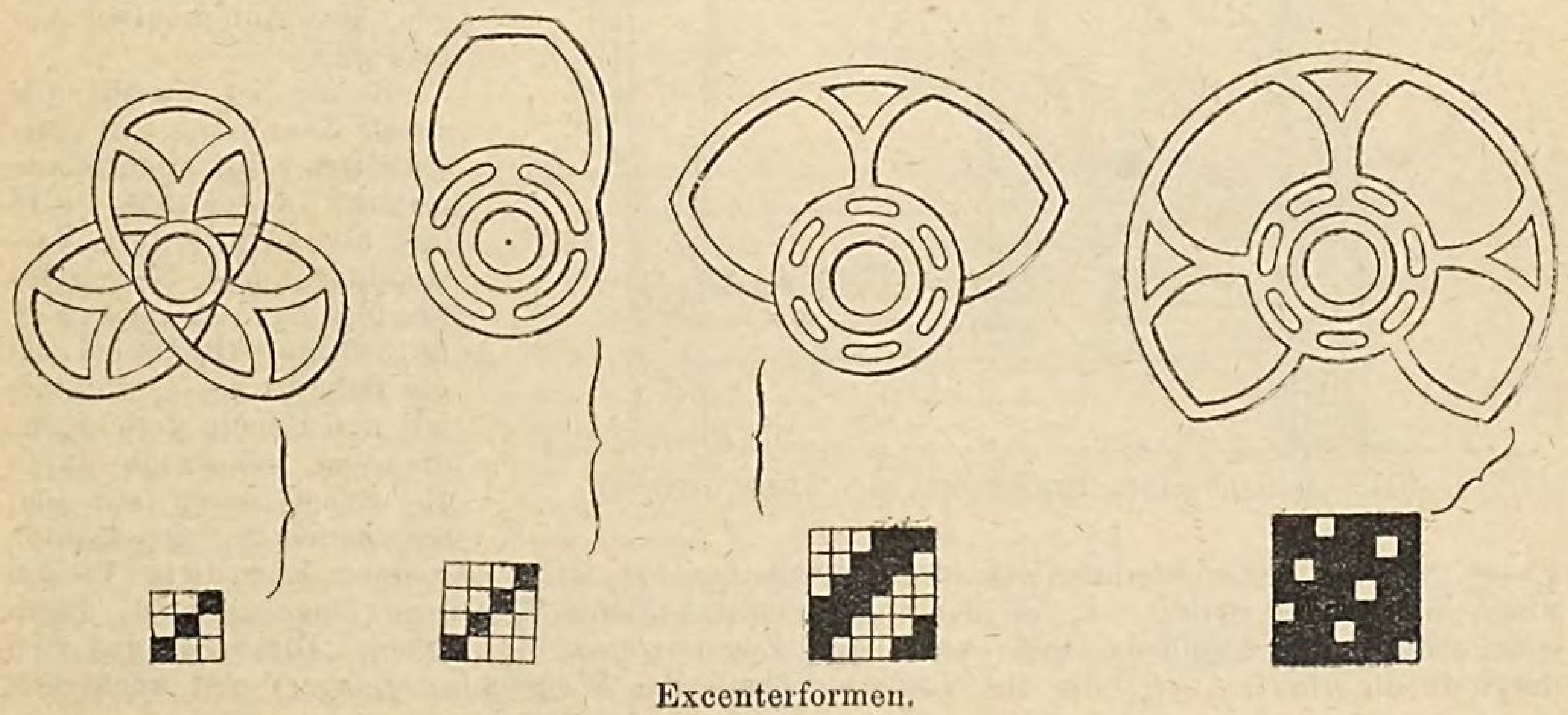
Bei einzelnen Stühlen fehlt die Expansionsklinke, was eine grössere Aufmerksamkeit des Webers beim Wiederanlassen des Stuhles erfordert. Sollen Gewebe mit anderen Schussdichten erzeugt werden, hat man nur das Wechselrad d auszutauschen. Diese Wechselräder haben 15—60 Zähne und entspricht jedem eine bestimmte Schussdichte.

Das Geschirr und sein Bewegungsmechanismus. Es ist die Vorrichtung zur Fachbildung, bestehend aus den Schäften oder Flügeln, auch Geschirr genannt, den Excentern und den Hebeln oder Tritten.

Die Schäfte hängen entweder frei oder sind der besseren Bewegung wegen beiderseits in Rosten geführt

Die Bewegung der Schäfte erfolgt durch die Excenter l und Hebel t. Die Excenter sind unrunde Scheiben, welche nach der Anzahl der verschiedenen Schussfäden (Leinwandbindung 2-, 3bindiger Köper 3, fünfbindiger Atlas 5 u. s. w.) eine verschiedene Form haben, und zwar derart, dass diese Scheiben in ebensoviele Theile getheilt gedacht werden, als verschiedene Schussfädenlagen vorhanden sind. Die Theile sind entweder erhöht oder vertieft.

Fig. 5512.



Excenterformen.

Die Construction ist derart, dass die Schäfte durch einige Zeit gehoben, bez. gesenkt bleiben (das Fach offen ist), damit der Schuss eingebracht werden kann (concentrischer Theil der Excenter) und dass die Hebung, resp. Senkung der Schäfte rasch mit gleichmässiger oder veränderlicher Geschwindigkeit ausgeführt wird (an- und absteigender Theil des Excenters).

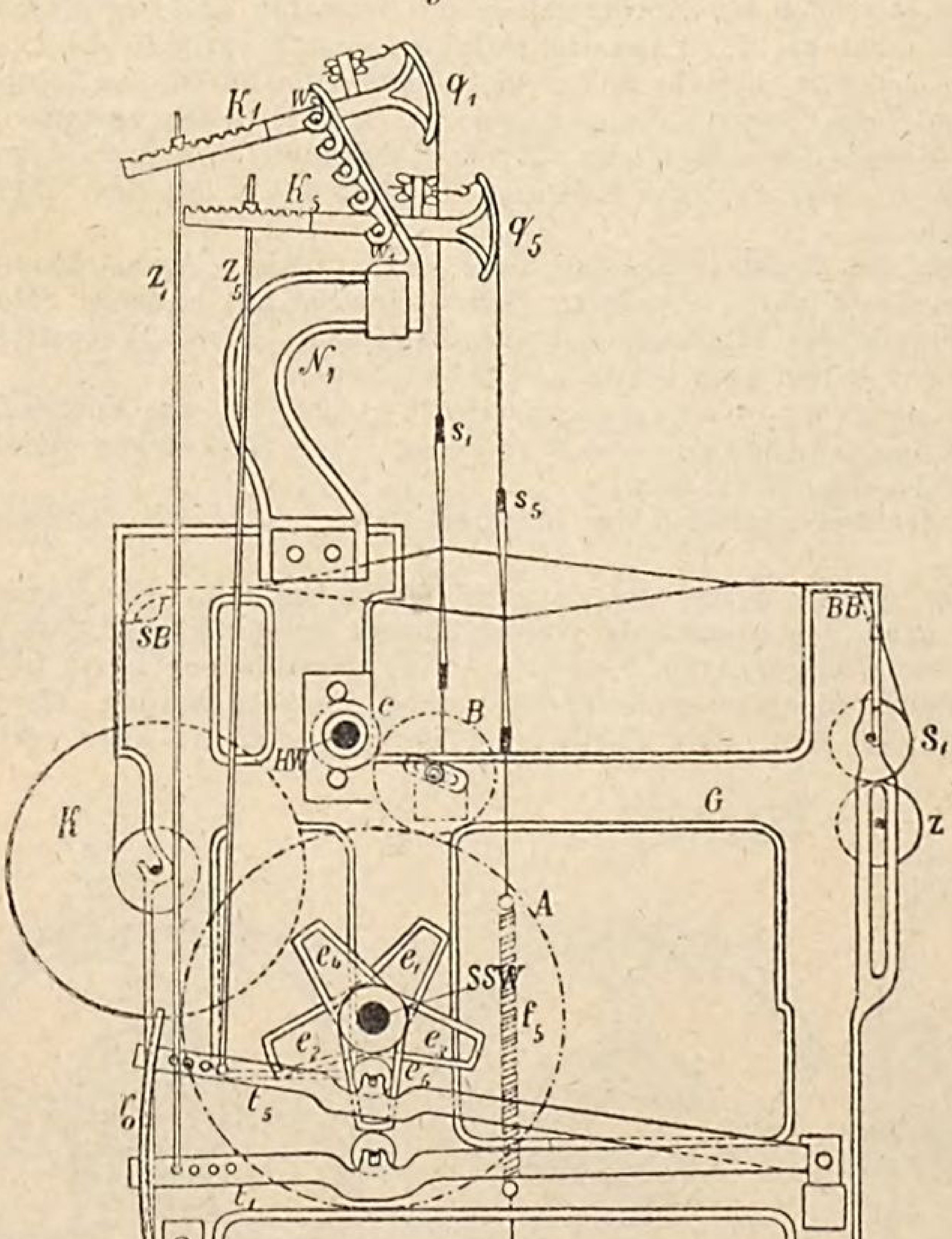
Die Zahl der Excenter richtet sich nach der Anzahl der Schäfte und liegt an jedem derselben ein Hebel mit einer Rolle an. Die Excenter für eine Bindung werden entweder alle aus einem Stück gegossen oder sind einzeln und müssen dann entsprechend zusammengesetzt werden. Die Bewegung der Excenter erfolgt bei geringerer Zahl durch Zahnradübersetzung, bei grösserer durch ein Einzahnrad mit Schlitzrad (Greifer und Stern) und muss die Uebersetzung derart sein, dass das Excenter pro 1 Umdrehung der Hauptwelle den sovielten Theil einer Umdrehung macht, als die Bindung Schussfäden, oder das Excenter Theile hat.

Fig. 5506 zeigt die zwei Excenter für die Leinwandbindung mit je einer hohen und tiefen Stelle, die einander gegenüberstehen; statt deren werden auch mitunter Kreisexcenter angewendet. Fig. 5512 zeigen einzelne Excenter sammt den zugehörigen Bindungen.

Man unterscheidet beim Webstuhl zwei Anordnungen und zwar die Innentritte und die Aussentritte (Bradford-System, *Bradford-loom*).

Erstere Anordnung zeigt Fig. 5506. Hiebei sind die beiden Excenter e_1 und e_2 in der Mitte des Webstuhles auf der Schützenschlagwelle mit Klemmschrauben befestigt. Unterhalb derselben, rückwärts im Gestelle gelagert, sind die Hebel oder Tritte t_1, t_2, welche zur richtigen Führung mit ihrem vorderen Ende in einem Roste o gehen. Sie liegen mit ihren Rollen an den Excentern an und sind mit den unteren Stäben der Schäfte s_1 und s_2 durch Schnüre, Riemen oder Kreuzstücke verbunden, während die oberen Schaftstäbe durch Lederriemen mit den Rollen der Schaftrollenwelle w verbunden sind, so zwar, dass das Ganze straff gespannt ist und die Rollen der Hebel an den Excentern anliegen.

Fig. 5513.



Seitenansicht eines Kraftstuhls mit Aussentritten.

Durch diese letzteren werden nun abwechselnd die Hebel und dadurch die Schäfte herabgezogen, bezw. gehoben. Diese Anordnung hat den Vorzug der Einfachheit, doch den Nachtheil, dass die ganze Einrichtung unter der Kette, also schwerer zugänglich ist. Ausserdem ist man hier mit der Schäftezahl beschränkt, indem gewöhnlich diese Einrichtung nur für 2, seltener bis 4 Schäfte zur Anwendung kommt. Bei 3 oder 4 Schäften müssen die Excenter lose auf der Schützenschlagwelle laufen und werden von dieser durch ein Rädervorgelege (Uebersezzung 3, resp. 4) angetrieben. Statt der einfachen Schaftrollen müssen hier Rollgehänge angewendet werden, was dann leicht zu Störungen, also Aufenthalten Anlass gibt.

Besser ist hierfür die zweite Anordnung mit Aussentritten, die auch heute vielfach angewendet wird und bis zu 8 Tritten Verwendung findet. Selbe wird für 5bindigen Atlas in Fig. 5513 dargestellt. Hiebei sind die Schäfte s_1—s_5 indirect mit den Hebeln verbunden; die oberen Schaftstäbe durch die Schaftriemen mit den Bogenstücken, Quadranten q_1—q_5, die auf den vierkantigen Quadrantenwellen w_1—w_5 sitzen. An einem Ende dieser Wellen sitzen die Kerbenhebel k_1—k_5, in deren Einschnitten kleine Traversen eingelegt sind, durch welche die mit Schraubengewinde versehenen Zugstangen z_1—z_5 gehen. Diese Stangen sind unten in die Hebel t_1—t_6, die im vorderen Theile des Webstuhles gelagert und rückwärts

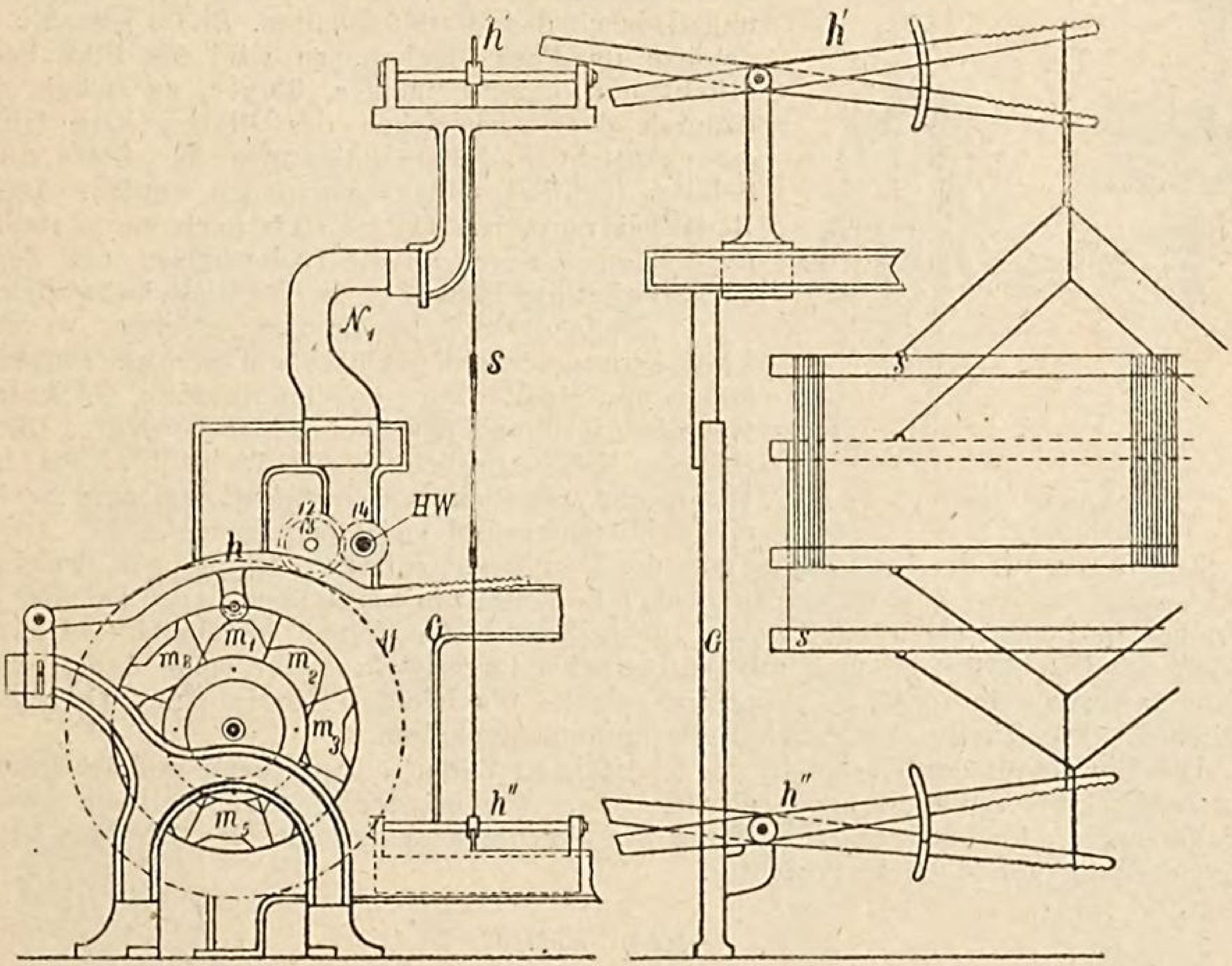
in einem Roste r_0 geführt sind, eingehängt. Die Hebel liegen mit ihren Rollen an den Excentern $e_1 - e_5$. Die Excenter sitzen fest auf einer Hülse, die lose auf der Schützenschlagwelle *S S W* und mit dem Zahnrade *A* verbunden ist. In dieses greift durch ein Zwischenrad *B* das Antriebsrad *C* auf der Hauptwelle *H W*, welches $^1/_5$ der Grösse von *A* hat, ein. Dadurch erfolgt die Drehung der Excenter um je $^1/_5$ Umdrehung pro 1 Umdrehung der Hauptwelle. Das Niedergehen der Schäfte wird durch das ständige Anpressen der Hebelrollen an die Excenter erzielt, zu welchem Zwecke an den unteren Schaftstäben Federn $f_1 - f_5$ angebracht sind, welche das Herabziehen bewerkstelligen. Statt derselben wendet man auch mitunter Rollen mit Gehängen an, welche bei der Hebung des einen Schaftes die anderen herabziehen. Diese sind jedoch leichter Verwirrungen ausgesetzt.

Es ist hier leicht möglich durch Auswechseln der Excenter jede andere mögliche Bindung zu erhalten.

Die Hubhöhe der Schäfte beträgt im Geschirr 80—100mm. Je weiter die Schäfte von dem Brustbaume abstehen, desto höher müssen sie gehoben werden, damit das Fach rein wird, d. h. die ausgehobenen Fäden alle gleich hoch stehen. Dies wird erreicht, indem man die Zugstangen in den entsprechenden Kerben des Kerbenhebels, resp. in die verschiedenen Bohrungen der Tritte einhängt. Bei Innentritten geschieht dies durch die verschiedene Grösse der Excenter und Schaftrollen.

Für eine grössere Zahl von Schäften und Tritten würde der Obertheil des Webstuhles zu schwer. Man wendet dann bei schwererer Waare die B u n d s c h e i b e n oder t a p p e t - w h e e l s von W o o d c r o f t an. Diese Einrichtung zeigt Fig. 5514 in 2 Ansichten. In einem

a *Fig. 5514.* b



Kraftstuhl mit Bundscheiben.

seitwärts des Webstuhles angebrachten Gestell ist auf einer Welle ein Zahnrad 11 gelagert, welches durch das Vorgelege 12 und 13, von dem Rade 14 auf der Hauptwelle *H W* die Bewegung erhält. Die Uebersetzung entspricht wieder der Schusszahl. Mit diesem Rade 11 sind nun durch Schrauben soviel Scheiben als Schäfte verbunden, welche aus einzelnen Segmenten *m* zusammengesetzt sind und zwar soviel als die Schusszahl beträgt.

Diese Segmente haben Rippen, auf welchen mit ihren Rollen die Hebel *h* aufliegen und dadurch gehoben oder gesenkt werden. Die Hebel *h* sind durch Schnüre mit oberhalb und unterhalb der Kette gelagerten Hebeln *h'* und *h''* verbunden, die entsprechend mit den Schäften verbunden sind, derart, dass die ganze Anordnung straff zusammenhängt. Kommt nun ein Segment mit nach auswärts gerichteten Rippen (Senker m_1 m_2 ...), so geht der Hebel *h* nach aufwärts und zieht durch *h'* und *h''* den Schaft herunter.

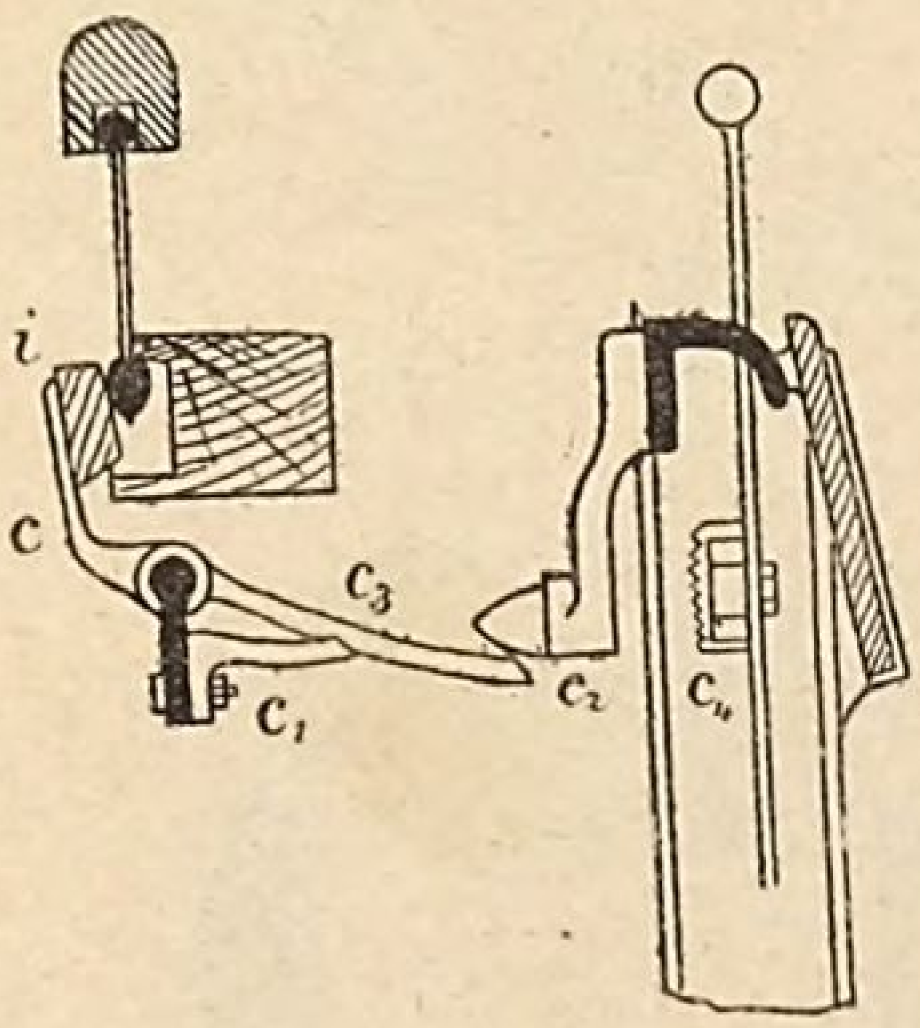
Umgekehrtes erfolgt, wenn ein Segment mit einwärts gekehrter Rippe (Heber) auf den Hebel *h* wirkt. Durch die entsprechende Zusammenstellung dieser Segmente (Heber und Senker) wird die Bindung erhalten und weil dies in verschiedener Weise möglich ist, gestattet diese Vorrichtung eine grosse Zahl verschiedener Bindungen, ohne neuer Theile hiezu zu bedürfen.

Für eine über 20 gehende Fadenzahl im Rapporte wendet man die Schaftmaschine und bei grösseren Mustern die Jacquardmaschine an, s. u.

Die Lade und ihre Bewegung. Die Lade ist hier unten gelagert (stehend), in Form eines Rahmens ausgeführt und besteht (Fig. 5506) aus dem unten gelagerten, eisernen Ladenprügel oder der Ladenachse p, deren Lager an den Gestellwänden befestigt sind. Innerhalb derselben und verschiebbar in Schlitzen sind an der Achse die beiden eisernen, selten hölzernen Ladenstelzen l_1 angeschraubt. Diese reichen bis über die Kette hinauf und tragen unterhalb derselben einen aus Holz hergestellten Balken, den Ladenklotz, dessen obere Fläche die Schützenbahn ist. An beiden Seiten ist je ein Schützenkasten und heisst diese Lade glatte Lade.

Im obersten Theile der Ladenstelzen ist verschiebbar der hölzerne Ladendeckel l_2 angeschraubt. In diesem und dem Ladenklotz sind Rinnen ausgearbeitet, in welchen zwischen die Ladenstelzen das Rietblatt oder der Kamm eingesetzt wird (siehe pag. 455). Man unterscheidet da zwei Anordnungen. Entweder ist das Rietblatt fest in beide Rinnen eingesetzt und in seiner Lage unveränderlich. Solche Stühle heissen Zungenstühle oder Stühle mit festem Blatt (Fig. 5506) oder es ist das Blatt im Ladendeckel beweglich, d. h. es ist im Ladenklotz nicht fest eingespannt, sondern wird in diesem durch eine Holzschiene festgehalten, welche jedoch um eine Achse beweglich ist. Solche Webstühle heissen Blattschläger oder Blattwerfer. Fig. 5515 zeigt diese Anordnung. Bei dem Anschlagen der Lade muss jedoch das Blatt festgehalten werden. Es sind deshalb an der Drehachse der Schiene i, Arme c, an welchen die Schiene befestigt ist, und weitere zwei Arme c_1 nach vorn angeordnet, welche unter die am Brustbaume $B\,B$ angebrachten Nasen c_2 zu stehen kommen und dadurch das Blatt festhalten. Bleibt jedoch z. B. eine Schütze im Fach stecken, so wird das Blatt herausgedrückt und kommt jetzt c_1 über c_2 zu stehen, so dass dadurch dem Ausweichen des Blattes kein Hinderniss entgegensteht und Beschädigungen der Kette durch die Schütze (Schützenschlag) vermieden werden. Damit das Blatt bei normalem Gange stets nach vorne steht, wird die Schiene i durch an die Ladenstelzen und der Drehachse befestigte Federn stets ans Blatt angedrückt.

Fig. 5515.



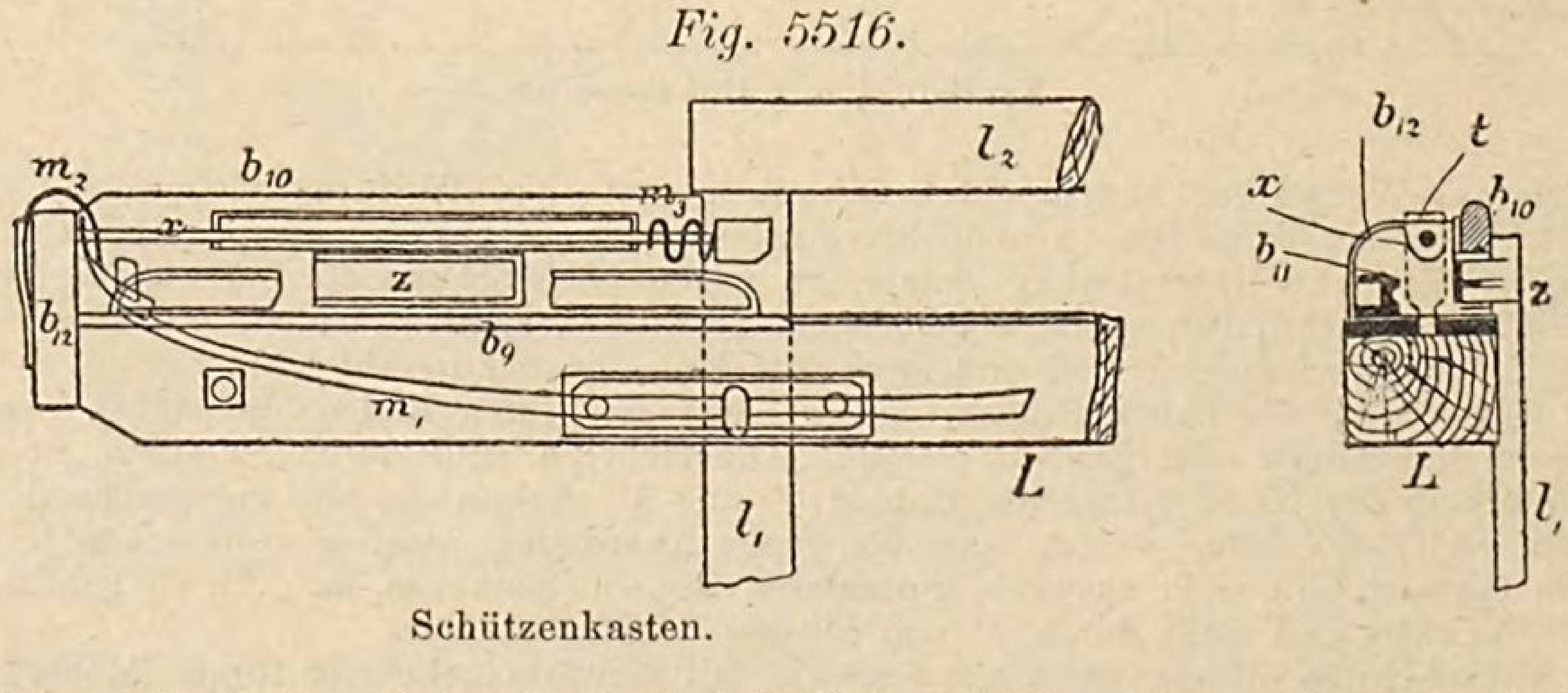
Beweglicher Kamm.

Bleibt die Schütze im Fach stecken, so wird das Blatt herausgedrückt, dadurch ein weiterer Finger c_3 gehoben und stosst dieser an den Ansatz c_4 des Ausrückers, was die Abstellung des Webstuhles bewirkt. Diese Einrichtung ist hauptsächlich für Webstühle, für leichtere Waare und schnellen Gang bestimmt und wird bei solchen mit Schützenwechsel meist angewendet.

Zur Bewegung der Lade hat man an der Hauptwelle HW zwei Kröpfungen, welche durch Kurbelstangen mit den Zapfen an den beiden Ladenstelzen verbunden sind. Es sind deshalb an den beiden Ladenstelzen zwei Ohren zur Aufnahme der Zapfen angebracht. Die Kurbelstangen k sind mehrtheilig und mit eingesetzten Lagerbüchsen für beide Zapfen versehen, um selbe auswechseln zu können und andererseits ein leichtes Montiren und Demontiren zu ermöglichen. Die Theile sind durch Keile zusammengehalten.

Die Bewegung der Kurbel ist in den meisten Fällen entsprechend und ist diese gerade in den beiden äusseren Stellungen sehr langsam, was bei der hinteren Stellung günstig für den Schützenlauf, in der vorderen günstig für ein ruhiges Andrücken des Schusses ist. Genau richtige Stellung der Theile ist wichtig.

Fig. 5516.



Schützenkasten.

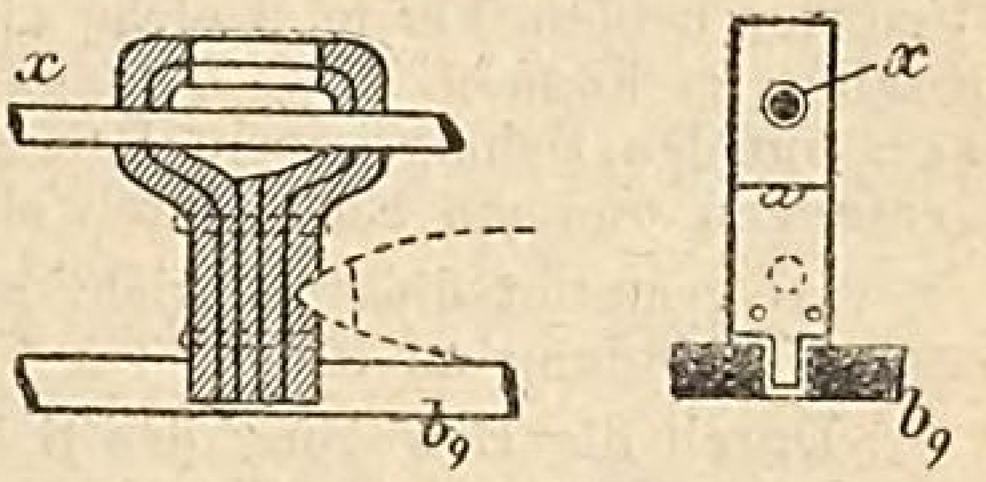
Die an den beiden Enden der Lade befindlichen Schützenkästen, Fig. 5516, sind genau symmetrisch gebaut; sie sind blos nach der gegen das Riet gekehrten (zum Durchgang der Schütze) und der oberen Seite (behufs leichterer Zugänglichkeit der Schütze) offen, nach

den anderen dagegen geschlossen. Mit Ausnahme der hinteren Seite b_{10} sind sämmtliche fix, während diese theilweise fest, theilweise beweglich (Zunge *z* Fig. 5518) ist. Die vordere Seite b_{11} ist nach der Breite der Schütze stellbar.

In der Schützenbahn ist eine Nuth, in welcher der Zapfen des Treibers *t* geht, während derselbe oben an dem Stängelchen *x* geführt wird.

Die Schützenschlagvorrichtung. Zur directen Bewegung der Schütze dient der Treiber, welcher durch die Peitsche (bei Oberschlag) oder den Treiberarm (bei Unterschlag) seine Bewegung erhält. Eine der gebräuchlichsten Formen für Oberschlag zeigt Fig. 5517. Der Treiber wird aus Büffel- oder Schweinsleder in mehreren Lagen, die durch Eisenstifte verbunden sind, erzeugt. Im oberen Theile ist derselbe durchlocht, damit er auf der eisernen Treiberspindel *x* laufen kann und hat einen länglichen Schlitz, durch welchen der Schlagriemen t_1 geschlungen wird.

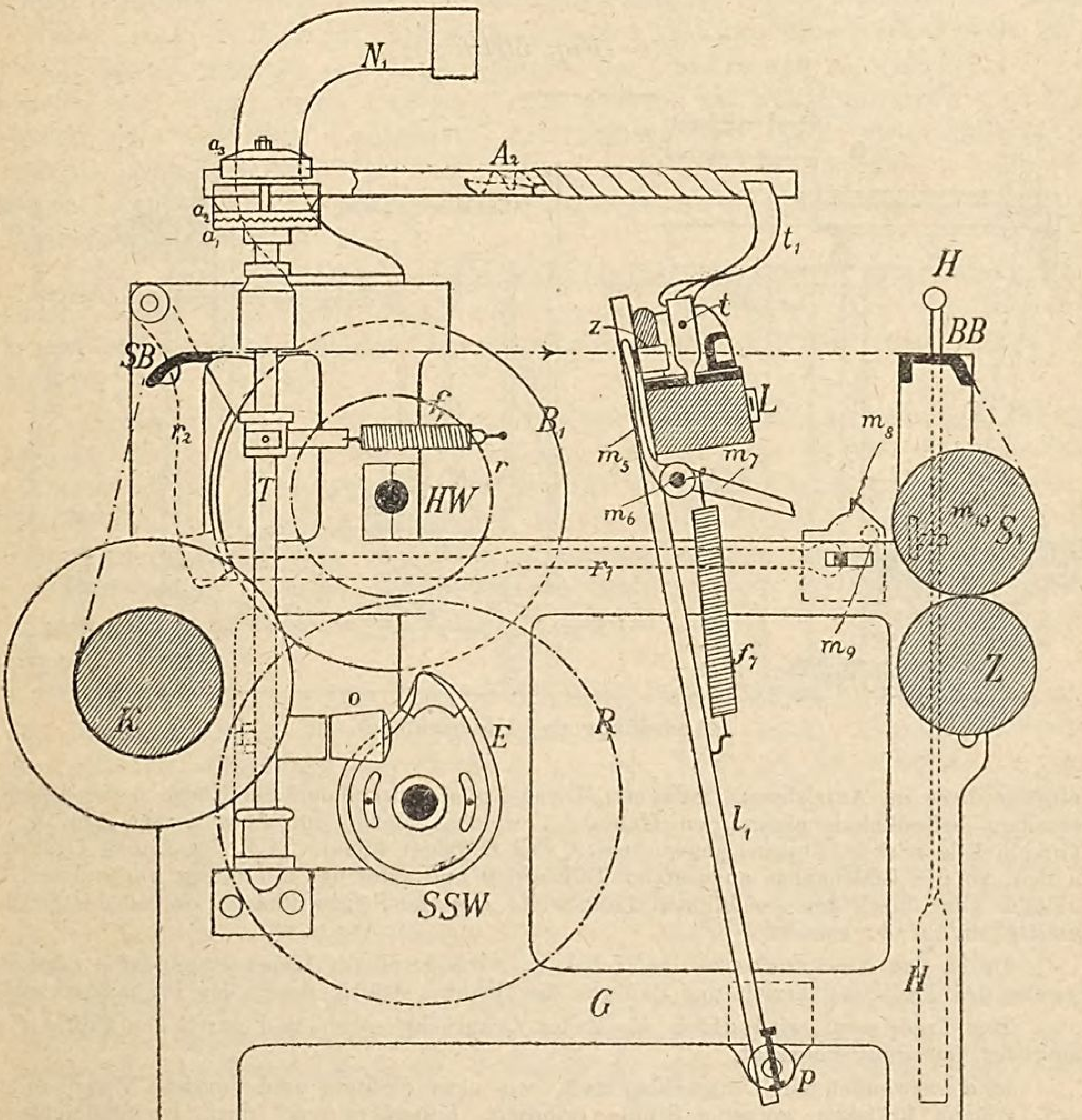
Fig. 5517.



Treiber.

Zur Treiberbewegung hat man zwei verschiedene Einrichtungen und zwar den Oberschlag und den Unterschlag. Erstere Einrichtung zeigt Fig. 5518. Auf der unteren Welle, der Schützenschlagwelle *SSW*, welche von der Hauptwelle *HW* durch Zahnräder *r R*, mit halber Geschwindigkeit bewegt wird, sitzen zu beiden Seiten innerhalb des Gestelles die Schlagexcenter *E*, welche mit je einer auswechselbaren Schlagnase versehen und selbst zweitheilig sind, damit der lose Theil verstellt werden kann, um die Zeit des Abschlagens

Fig. 5518.



Kraftstuhl mit Oberschlag.

ändern zu können. Die beiden Theile sind durch Schrauben verbunden und hat der eine deshalb Schlitze.

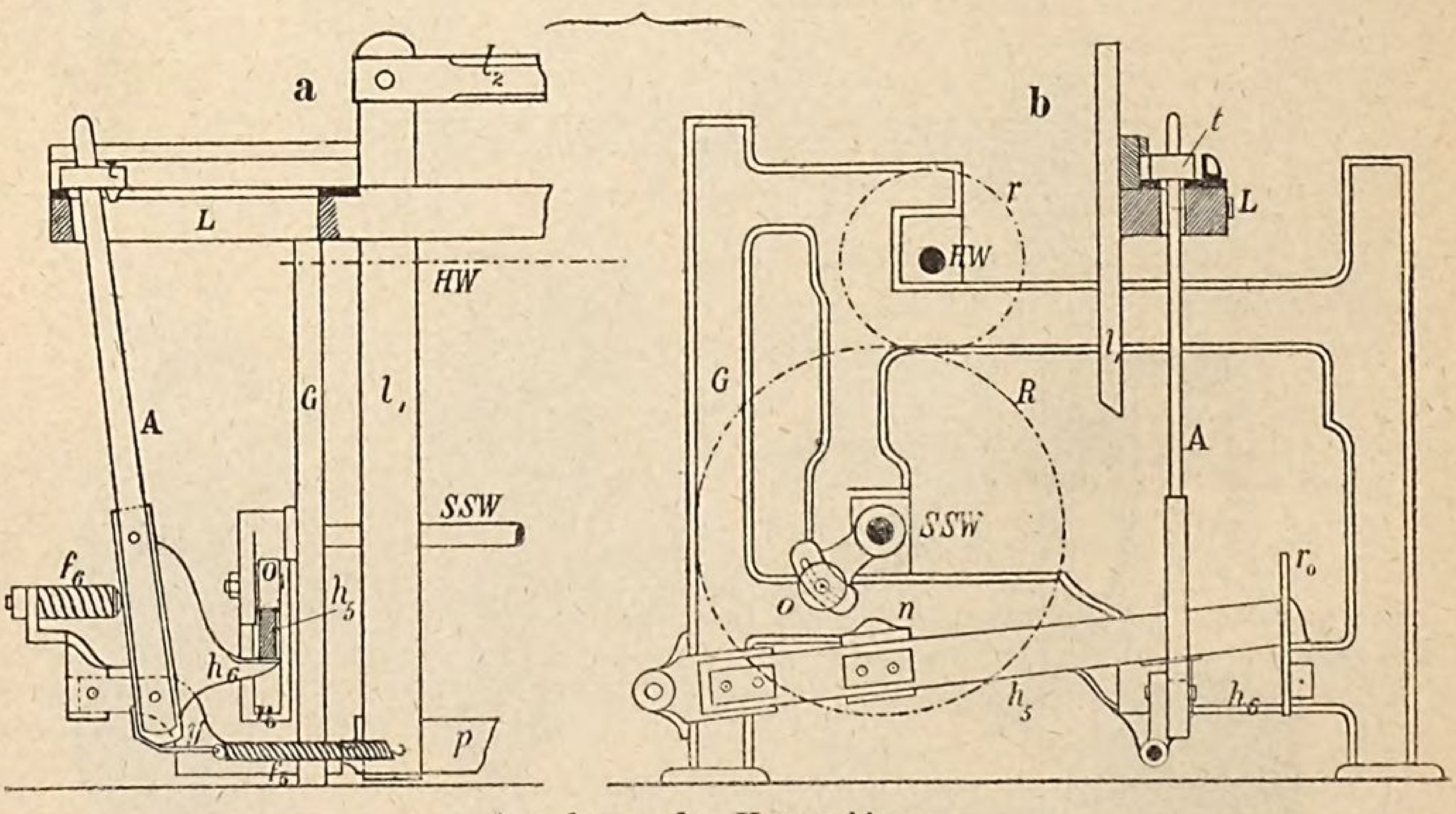
Diesen Schlagexcentern gegenüber stehen die beiden verticalen Treiberwellen T, welche im unteren Theile an einem Arme conische Rollen o besitzen. Die Welle ist mit einem Fuss- und Halslager gelagert. Im oberen Theile der Treiberwelle ist der Kopf, in welchem der Schlagarm A_2 befestigt ist. Dieser Kopf besteht aus drei Theilen: dem auf der Schlagwelle festsitzenden, oben gerieften Theile a_1, dem losen Theile a_2, dessen untere Seite mit zu a_1 passenden Riefen versehen ist, während er oben mit einer Nuth zur Aufnahme des vierkantigen Endes des Schlagarmes versehen ist, endlich der Kappe a_3. Das Ganze wird durch eine Schraube an der Schlagwelle zusammengehalten. Die Riefen dienen zum festen Zusammenhalten der beiden Theile, welche aber doch getrennt sein müssen, um den Schlagarm richtig einstellen zu können. Der Schlagarm A ist aus Holz und am Ende mit einem Schlitz versehen, um den Schlagriemen, Peitsche t_1, aufzunehmen. Der Riemen ist um den Arm herumgeschlungen und am Ende durch eine zusammengeknüpfte Schnur festgehalten.

Es gestattet diese Einrichtung ein Verkürzen und Verlängern des Schlagriemens ohne dessen Verbindung zu lösen.

Durch die Bewegung des Schlagexcenters wird die conische Rolle o zur Seite gedrückt, dadurch die Treiberwelle T gedreht und mittelst des Schlagarmes und Riemens der Treiber t rasch einwärts geschnellt, was die Schütze durch das Fach treibt. Der Schlagarm wird nach dem Schlage durch eine am Gestelle und an der Treiberwelle befestigte Feder f_1 zurückbewegt und auch der Treiber dadurch etwas nach auswärts geführt; vollends wird dieser erst nach dem nächsten Schlag durch die zurückkehrende Schütze ans Ende des Schützenkastens getrieben.

Die Anordnung des Unterschlages zeigt Fig 5519 a b. Hiebei ist auf der Schützenschlagwelle SSW ein Arm, in welchem sich eine Rolle o verstellbar befindet (auf der anderen

Fig. 5519.



Anordnung des Unterschlages.

Seite ist diese im Antriebsrade gelagert). Diese Rollen wirken auf die Nasen n der unterhalb derselben befindlichen einarmigen Hebel h_5, welche wieder auf dem kurzen Arm h_6 des Winkelhebels wirken, dessen langer Arm A den Schläger bildet. $A\,h_6$ hat seinen Drehpunkt an den, an der Ladenachse angesetzten Stücken y und schwingt mit dieser hin und her. Der Schläger geht durch den geschlitzten Ladenklotz L in den Schützenkasten und ist der Treiber t unmittelbar auf A gesteckt.

Durch das Abwärtsstossen des Hebels h_5 wird durch die Uebersetzung eine rasche Bewegung des Treibers t erzielt und dadurch die Schütze kräftig durch das Fach geschleudert.

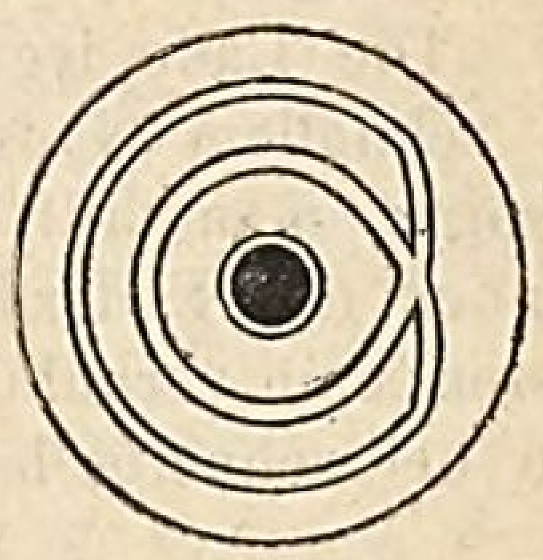
Der Treiberarm wird durch die Feder f_5 zurückgezogen und durch den Puffer f_6 die Rückwärtsbewegung begrenzt.

Man verwendet den Unterschlag dort, wo eine dichtere und breitere Waare erzeugt wird, welche kräftiger gebaute Stühle erfordert, besonders auch dort, wo gebleichte und farbige Artikel erzeugt werden sollen, weil eine Verunreinigung der Waare hier eher zu vermeiden ist. Die Geschwindigkeit des Unterschlägers ist jedoch stets geringer zu nehmen

als die des Oberschlägers. Ersterer gestattet bis ca. 160, letzterer 180 und selbst mehr Schläge per Minute auszuführen.*)

Für schwere Baumwollgewebe (Hosenstoffe, Manchester) wendet man Unterschläger an, welche von der Hauptwelle aus angetrieben werden. Es sind an der Hauptwelle, nahe beim Gestelle, Scheiben angebracht, in denen die Schlagnasen radial verschiebbar angeordnet sind. Diese gehen mit halbmondförmigen Stücken in einer Nuth der am Gestelle angeordneten Scheibe Fig. 5520. Sobald diese Halbmonde in der äusseren Nuth gehen, wird ein Schlag gegeben, indem die Schlagnase den Ansatz oder die Rolle der Schlagwelle trifft, wenn in der inneren Nuth, so gehen sie daran vorbei, ohne selbe zu treffen, setzen also den Schlag aus gemäss der Hin- und Herbewegung der Schütze. An der Schlagwelle ist ein gerader oder gekrümmter Arm und dieser durch einen doppelten Lederriemen mit dem Schläger verbunden, welcher, so wie oben angeführt, an der Lade gelagert ist, mit dieser schwingt und wie oben beschrieben auf den Treiber wirkt.

Fig. 5520.



Nuthscheibe.

Die Schlagwelle ist horizontal oder schräg und stets senkrecht zur Hauptwelle (parallel mit der Stuhlwand) gelagert. — Auf der zweiten Seite ist die Nuthscheibe entgegengesetzt gerichtet, so dass der Schlag abwechselnd erfolgt.

Diese Einrichtung hat den Vortheil, dass die untere Schützenschlagwelle wegfällt und die Innenseite des Stuhles dadurch freier wird.

Schützen- und Schusswächter. Durch die rasche Bewegung der Schütze kommt dieselbe noch mit grosser Geschwindigkeit im jenseitigen Schützenkasten an und muss daher gebremst werden, um nicht in das Fach zurückzuspringen. Diese Bremsung erfolgt einerseits dadurch, dass die Schütze den Treiber zurückschieben muss und damit hiezu ein grösserer Kraftaufwand erforderlich ist, ist hinter dem Treiber an der Treiberspindel der Fangriemen m_1 (Fig. 5516) angebracht, der durch einen zweiten kurzen Riemen m_2 gehalten wird. Der Fangriemen geht vor dem Ladenklotz in Drahtösen von einem Schützenkasten zum andern. Damit der Treiber beim Schlag nicht zu sehr anschlägt, ist einwärts an der Treiberspindel noch ein drittes Riemenstück m_3 aufgeschoben, welches den Treiberschlag mildert.

Eine zweite Bremsung bewirkt die Schützenkastenzunge z (Fig. 5516 u. 5518), welche durch eine Feder direct oder an der Ladenstelze f_7 in den Kasten gedrückt und durch die Schütze herausgeschoben werden muss, somit letztere festklemmt.

Geht nun die Schütze aus dem Schützenkasten in Folge zu geringer Bremsung zurück, oder in Folge schwachen Schlages nicht in den zweiten Schützenkasten, so bleibt sie im Fache stecken und bewirkt einen Schützenschlag (Zerreissen der Kettenfäden) oder Beschädigung des Rietes oder sie fliegt heraus. In diesen Fällen ist es nothwendig den Webstuhl abzustellen, um einerseits das Beschädigen des Gewebes zu verhüten, anderseits den Stuhl in Ordnung zu bringen. Das Abstellen des Webstuhles bewirkt nun der Schützenwächter, Selbstausleger, Protector.

An der Zunge z (Fig. 5518) des Schützenkastens liegt ein Finger m_5 an, der auf einer durch die Lade getragenen Welle m_6 sitzt. Durch die Feder f_7 wird m_5 an die Zunge angedrückt. An der Welle m_6 sitzt noch ein zweiter Finger m_7, der Stecher, welcher nach vorne steht und dem ein am Gestell angeordnetes Gleitstück, der Frosch, m_8 gegenübersteht. Fehlt die Schütze im Kasten so wird der Stecher m_7 nach abwärts stehen und an die Nase des Frosches m_8 anstossen und diesen verschieben. Dadurch wird ein Zapfen am Frosche m_9 an ein im Ausrücker H verstellbares Stück m_{10} anstossen und den Ausrücker aus seiner Haltung herausstossen und dadurch die Verschiebung des Riemens, also die Abstellung des Webstuhles bewirken. Mit dem Frosch ist noch eine Stange r_1 verbunden, welche am anderen Ende an einem Bremsbacken r_2 befestigt ist und diesen bei der Verschiebung des Frosches an das auf der Hauptwelle sitzende

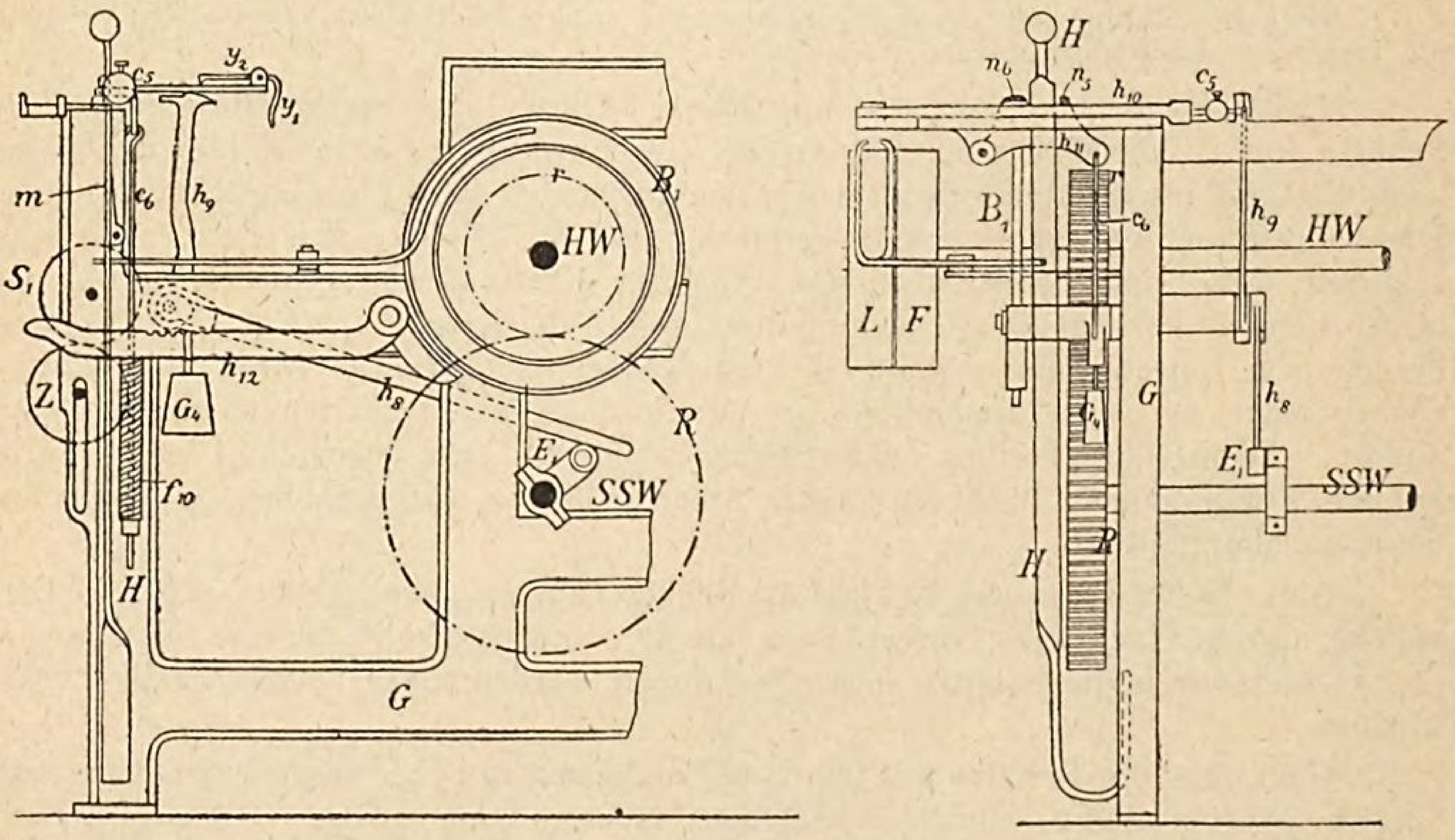
*) Auf der Ausstellung in London 1881 war ein Oberschläger von George Hodgson in Bradford mit 320 Schuss pro Minute ausgestellt.

Bremsrad B_1 andrückt. Hiedurch wird das Abstellen des Webstuhles beschleunigt und Beschädigungen des Webstuhles oder des Gewebes verhindert.

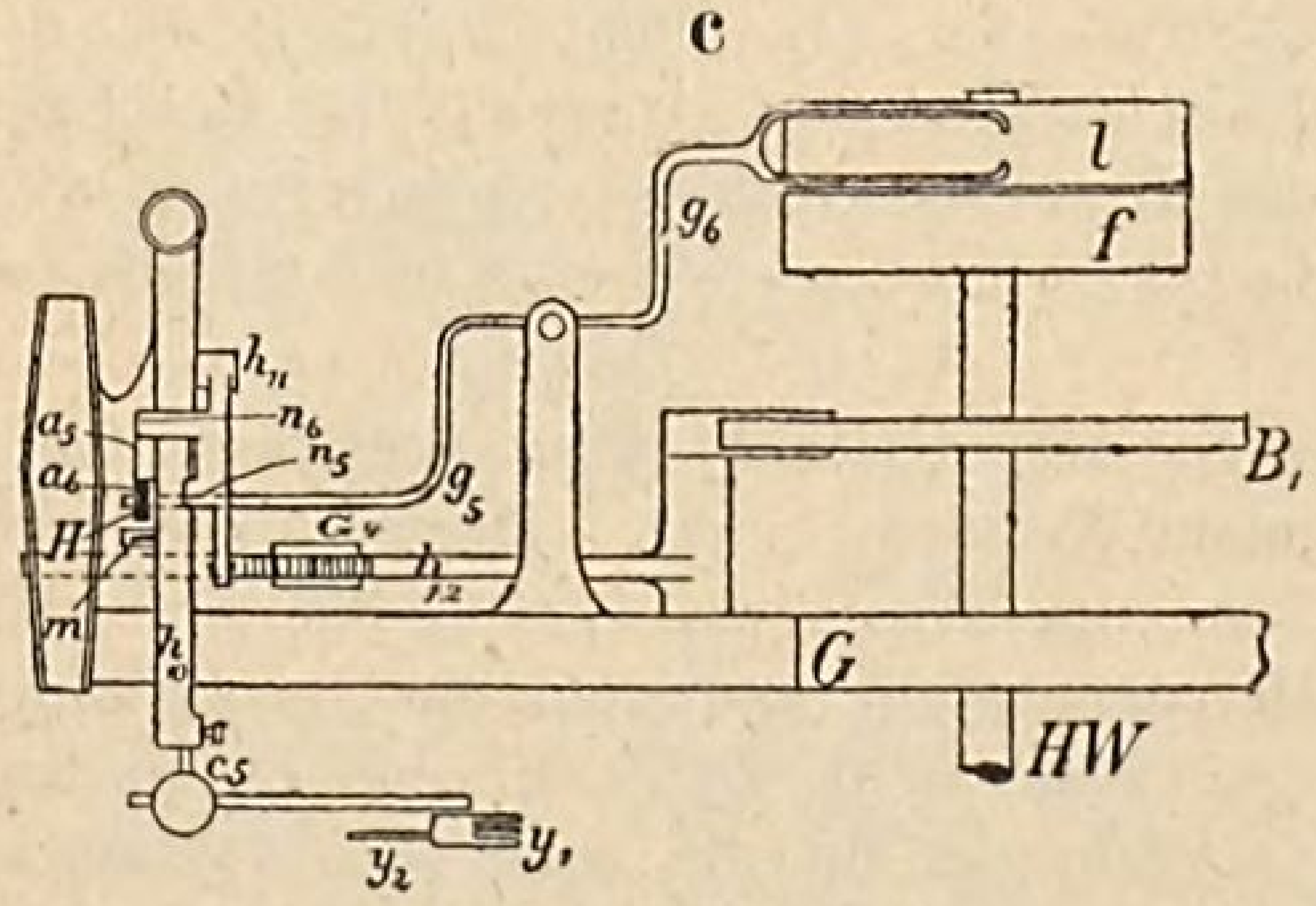
Zuweilen ist auf der zweiten Seite des Webstuhles an der Welle m_6 noch ein dritter Finger (m_{10} Fig. 5506) angeordnet (ein zweiter Stecher), der ebenfalls gegen einen Frosch m_{11} anstosst, dieser ist aber bloss mit einem Stift versehen und stosst mit diesem an eine Feder (f_8) an, was ein Aufhalten der Lade auch auf der zweiten Seite bewirkt.

Die Lade legt bis zum Auslegen des Stuhles ca. den halben Weg zurück. Bei schnellem Gange des Webstuhles kommt es vor, dass der Schützenwächter versagt; man hilft sich durch schärferes Spannen der Federn. Zu starkes Anspannen der Federn bewirkt jedoch ein schweres Eindringen der Schütze in den Kasten und veranlasst leicht ein öfteres Ausrücken des Webstuhles. Daher wendet man bei schnellgehenden Webstühlen das fliegende Blatt an. (Siehe pag. 526.)

a *Fig. 5521.* b



c



Schusswächter.

Auch beim richtigen Gang der Schütze würden Fehler im Gewebe dadurch entstehen, dass der Schuss abgerissen oder zu Ende gegangen ist, während der Stuhl weiter arbeitet. Es würde dann die Kette ohne den Schuss weiter bewegt, was Schusstreifen veranlasst. Die Abstellung dieses Fehlers erfordert aber viel Zeit, falls der Weber das Reissen des Schusses nicht sofort bemerkt, was besonders bei den schnellgehenden Webstühlen schwierig ist. Deshalb wendet man den Schusswächter an, welcher den Stuhl sofort abstellt, wenn der Schuss gerissen ist.

Da der Schusswächter nur auf einer Seite des Webstuhles ist, so erfolgt die Abstellung erst nach 1 oder 2 Schuss, die leer sind. (Siehe pag. 520.)

Die Einrichtung des Schusswächters ist in den Fig. 5521 *a*, *b*, *c* angegeben. Auf der Schützenschlagwelle *S S W* sitzt ein Excenter oder ein Arm mit einer Rolle *E*, auf welcher der Arm h_8 des Winkelhebels h_8, h_9 liegt. h_9 ragt etwas

über die Kettenfläche hinaus und macht eine Schwingung auf zwei Umdrehungen der Hauptwelle (per 2 Schuss). Oberhalb desselben ist ein kleiner, zweiarmiger Hebel gelagert, von welchem ein Ende y_1 gabelförmig und das andere y_2 hakenartig geformt ist. Diese Schussgabel tritt bei der Bewegung der Lade in den Rost der letzteren (Fig. 5516 y_3) ein, wenn kein Schussfaden vorliegt, wird jedoch zurückgedrückt, wenn ein Schussfaden vorhanden ist. Im letzteren Falle wird demnach der Haken y_2 gehoben und schwingt unter demselben h_9 vorbei. Im ersteren Falle jedoch wird der Haken y_2 tief stehen, von der Nase von h_9 erfasst und zurückgezogen. Nun ist die Gabel an einem Stift c_5 stellbar (zur richtigen Einstellung gegen den Rost y_3 und dem Hebel h_9) gelagert, welcher seinerseits an den einarmigen Hebel h_{10} (dessen Drehzapfen in der Brustbaumplatte sich befindet, befestigt ist, so dass nach dem Fangen des Hakens y_2 auch h_{10} zurückgezogen wird. Hebel h_{10} liegt aber an dem Ausrücker H an und die Bewegung von h_{10} bewirkt, dass der Ausrücker aus dem weiteren Ausschnitt a_6 in der Brustbaumplatte herausgeschoben wird und durch seine Federkraft (der untere Theil des Ausrückers ist als Blattfeder ausgeführt) längs des schmalen Schlitzes a_5 herübergeht und die Abstellung bewirkt, weil die Riemengabel als zweiarmiger Hebel ausgeführt, mit dem einen Ende g_5 im Ausrücker steckt, während das andere g_6 die Riemengabel bildet.

Auf dem Hebel h_{10} ruht ferner ein eigens geformter einarmiger Hebel h_{11} mit seinem Ansatze n_5, welch' letzterer beim Verschieben von h_{10} abrutscht; dadurch sinkt das an h_{11} befindliche Stäbchen c_6 herab, mithin auch der, an diesen aufliegende, durch ein Gewicht G_4 belastete Bremshebel h_{12} und wird der Bremsbacken an die Bremsscheibe B_1 angedrückt, was ein rasches Stillstellen des Stuhles veranlasst. Damit der Bremshebel nicht zu plötzlich fällt, legt er sich an die um das Stängelchen c_6 aufgeschobene Feder f_{10} auf. Der Hebel h_{11} legt sich mit seinem zweiten Ansatze n_6 auf den Hebel h_{10} auf, was die Bewegung desselben begrenzt.

Durch das Zurückschieben von h_{10} wird auch der Finger m verschoben, der aus der Brustbaumplatte heraustritt. Dieser sitzt an der Welle der Regulatorgegenklinke und schaltet diese aus, also auch gleichzeitig den Regulator (s. pag. 523).

Als vollkommen verlässlich kann der Gabelschusswächter nicht angesehen werden und wird es deshalb auch Aufgabe des Webers sein müssen, stets den Schussfaden mit zu beachten und den Stuhl vor dem Abweben der Spule selbst auszuschalten. Man hat, um eine grössere Aufmerksamkeit des Webers zu veranlassen, deshalb häufig den Schusswächter durch Wegnahme der Gabel ausser Thätigkeit gesetzt, was aber erfordert, dass gewöhnlich für jeden Webstuhl ein Weber sein muss, während sonst 2 und selbst 3—4 Webstühle von einem Arbeiter bedient werden können.

Von nicht minderem Eintrag für die Schönheit des Gewebes sind die Fehler durch Kettenfadenbrüche. Es ist die Vermeidung dieser in erster Reihe Sache des Webers, doch hat man auch eigene Vorrichtungen, welche den Webstuhl im Falle eines Fadenbruches abstellen. Diese Vorrichtungen heissen Kettenfadenwächter. Diese Einrichtungen, welche auf der gleichen Spannung aller Kettenfäden basiren, werden im Allgemeinen dadurch nicht verlässlich und sicher wirken und oftmals ohne Nothwendigkeit ein Abstellen bewirken. Es haben dieselben aus diesem und anderen Gründen (hohe Anschaffungskosten, Kette nicht zu dicht einstellen) nur mehr probeweise Anwendung gefunden.

Die Einrichtungen derselben sind entweder ähnlich den Fadenwächtern bei den Schermaschinen (siehe pag. 500) oder es ist die Einrichtung getroffen, dass auf die Kettenfäden Nadeln gehängt sind, welche beim Reissen herabfallen und in ein mit Quecksilber gefülltes Gefäss tauchen, wodurch ein Strom geschlossen und Abstellung des Webstuhles bewirkt wird. Diese Einrichtung ist nur für wenig fasernde, trockene Webmaterialien anwendbar.

Eine weitere Sicherheitsvorrichtung, welche jedoch nicht unmittelbar zum Webstuhle gehört, sind die Schützenfänger (*shuttle-guards*) zum Aufhalten des herausgeflogenen Schützen (s. pag. 552).

Breithalter *(tempe — temple)* dienen zum Ausspannen des Gewebes in der Schussrichtung. Nachdem auch bei den anderen Webstühlen solche gleicher Art vorkommen, werden diese später im Zusammenhange erklärt werden.

Im Allgemeinen nach den gleichen Principien und in ähnlicher Ausführung sind die Webstühle durchgeführt, welche für schwere Gewebe aus Baumwolle, Wolle, Leinen, Jute u. s. w., wie für Decken und Teppiche einfacher Art verwendet werden. Einzelne Theile und Mechanismen derselben sind schon im Früheren angeführt worden und sei hiezu nur Folgendes bemerkt:

Die sämmtlichen Webstühle dieser Gattung sind entweder Ober- oder Unterschläger. Sie haben alle ein bedeutend kräftigeres Gestell und kräftiger wirkende Kettenbaumbremsen. Für die Kettenbewegung sind entweder Innentritte oder Aussentritte mit Bundrad oder fixen Excentern oder auch Musterketten in Anwendung. Fast stets erhalten die Schäfte eine gezwungene (zwangsläufige) Bewegung nach auf- wie abwärts.

Trotzdem auf diesen Stühlen Gewebe aus verschiedenem Material hergestellt werden können, seien hier die wichtigsten Einrichtungen für einzelne Waaren angeführt:

Für schwere Baumwollstoffe, wie Baumwollsammt, Barchent, Baumwoll-Rock- und Hosenstoffe etc., ferner für schwere Wollwaaren, z. B. Damenmäntelstoffe, finden kräftig gebaute Webstühle nach der auf pag. 521 Fig. 5506 dargestellten Anordnung Anwendung. Die Schaftbewegung erfolgt zumeist mit dem Bundrade pag. 525 Fig. 5514 oder mit zwangsläufigen Excenterscheiben, während für die Kette entweder eine Kettenbremse oder seltener eine Ablassvorrichung mit Schraubenrad und Schraube verwendet wird. Es kommt hiebei häufig ein „negativer“ Regulator in Anwendung, d. h. ein solcher Regulator, welcher entsprechend der Stärke des Schussfadens nach der Stärke des Laden-(Blatt)-Anschlages die Aufwicklung bewirkt.

Bei Kraftstühlen ist der Weg, welchen die Lade gezwungen durchläuft, ein bestimmter, von der Kurbelgrösse abhängiger und wird daher auch die Kraft des Stosses, welchen die Lade auf das Gewebe ausübt, von der Lage des letzten Schussfadens, bezw. von dessen Dicke abhängig sein.

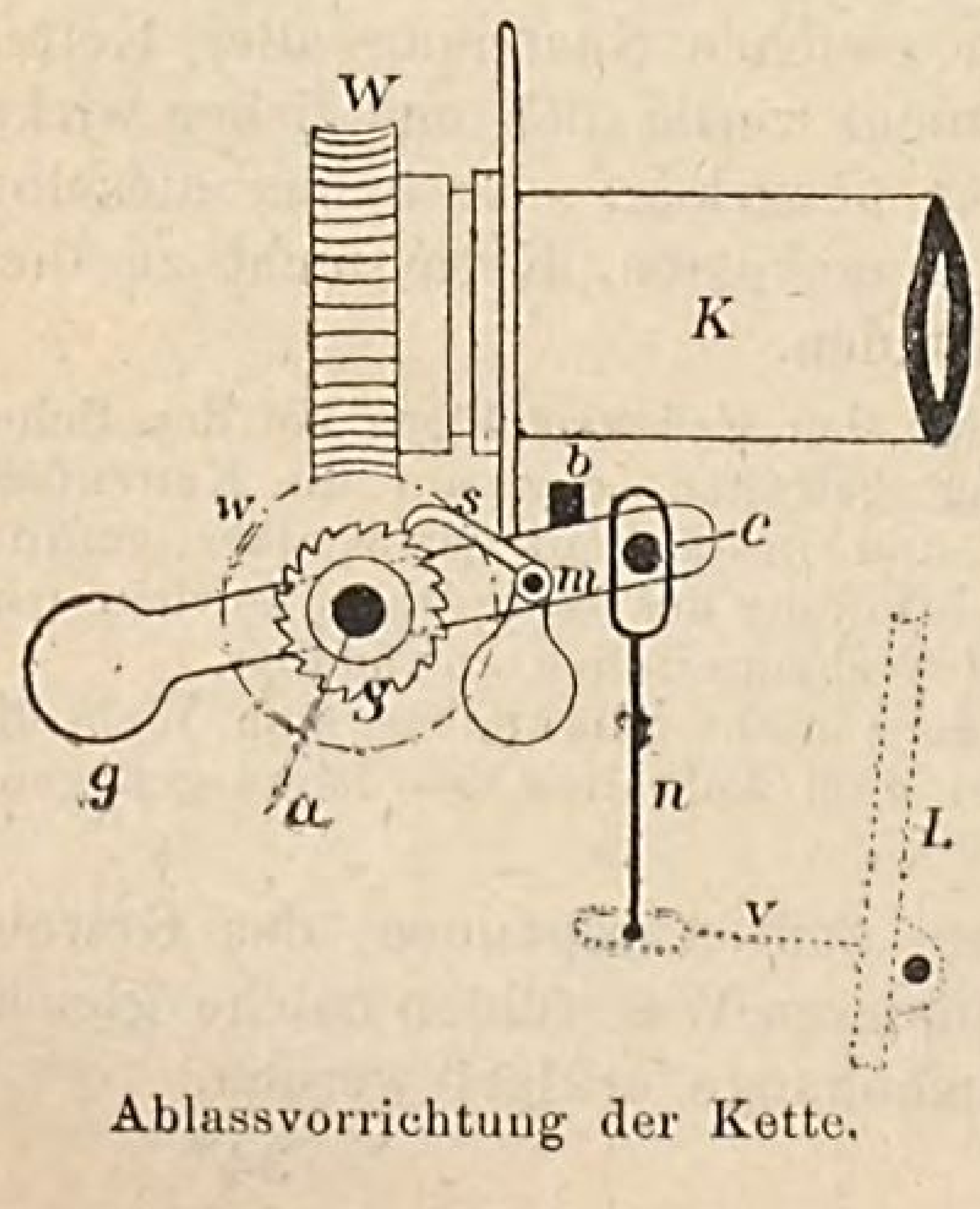
Aehnliche Regulatoren werden später besprochen. Bei solchen Anordnungen ist kein Sandbaum vorhanden.

Die Webstühle für einfache Teppiche (Läufer) sind ähnlich, nur stärker gebaut, oder sie gehören zu den später besprochenen Jutewebstühlen.

Für Leinenwaaren (Leinwand, Gradl u. s. w.) werden Stühle nach derselben allgemeinen Anordnung angewendet.

Der Stuhl erhält eine etwas grössere Tiefe. Der Streichbaum ist festgelagert und wird nur durch kräftige Federn etwas nachgiebig gemacht. Die Bewegung der Lade erfolgt wie früher durch die Kurbel-(Haupt-)Welle. Der Schützenschlag ist stets Unterschlag und zumeist nach Art der Fig. 5519 pag. 528 eingerichtet.

Fig. 5522.



Ablassvorrichtung der Kette.

Die Bewegung der Schäfte erfolgt stets durch Innentritte, wie in Fig. 5506 pag. 521 angegeben, wenn nicht eine Jacquardmaschine zur Anwendung kommt.

Die Waarenaufwindevorrichtung ist eine positive, weshalb auch hier die Anwendung eines Sandbaumes nothwendig ist. Die Spannung der Kette ist eine feste ohne Bremse und erfolgt das Nachlassen derselben durch eine selbstthätige Ablassvorrichtung. Zur Erzielung einer gleichmässigen Spannung ist ein zweiter Streichbaum vorhanden, welcher drehbar gelagert ist und an dessen Arm durch eine Zugstange eine Hebelbelastung wirkt. Durch Aenderung der letzteren wird die entsprechende Kettenspannung erzielt. Die damit in Verbindung stehende Kettenablassvorrichtung ist durch Fig. 5522 angedeutet. *K* ist der Ketten-

baum, welcher das Wurmrad *W* trägt, in welches der Wurm *w* eingreift, welcher fest an der Achse *a* sitzt. Die Achse erhält ihre ruckweise Drehung von der Ladenstelze *L* aus durch Vermitttung des Armes *v*, der Stange *n*, des Hebels *m*, der Sperrklinke *s* und des Sperr-Rades *S*.

Die Grösse der Achsendrehung ist abhängig von der Zahl der Zähne des Sperrades, welche von der Klinke mitgenommen werden, bezw. auch von dem Ausschlage des Hebels *m*, und dieser ist wieder dadurch von der Kettenspannung abhängig gemacht, dass der Anschlag *b* in Verbindung mit einer Stange steht, welche von dem etwas drehbaren Streichbaume — dessen Stellung von der Kettenspannung abhängt — in ihrer Höhenstellung bestimmt wird. Steht der Anschlag *b* höher, so ist der Weg des Hebels *m* ein grösserer, daher auch die Drehung des Kettenbaumes eine grössere; steht *b* tiefer, so ist die Lieferung der Kette eine geringere. Die Schleife, mit welcher die Stange *n* den Zapfen *c* an *m* übergreift, muss vorhanden sein, damit durch denselben Hub von *n* doch eine nach der Stellung des Anschlages *b* veränderliche Drehbewegung des Schiebklauenhebels *m* möglich ist.

Diese Art Webstühle heissen speciell Leinenwebstühle (System Atherton).

Die Jutewebstühle für Hessians, Sacking u. s. w. sind ebenfalls im Allgemeinen nach demselben Principe sehr kräftig gebaut. Der Webstuhl hat die Kurbelbewegung der Lade, innere Trittexcenter (für 2 und 3 Schäfte), Oberschlag und positiven Waarenbaumregulator, daher auch Sandbaum, ferner Kettenbremse für den Garnkettenbaum. Die Eigenthümlichkeiten des Webstuhles bestehen in sehr hoch liegendem Streichbaume, so dass die Kette etwas schräg abwärts gegen den Brustbaum liegt, was ein besseres Einschlagen des Schusses bei diesem steifen Material bewirkt. Um die Kette erforderlichenfalls während des Webens etwas nachlassen oder anspannen zu können, ist seitlich an der Stuhlwand eine Welle mit einem Handrade und Kegelrad gelagert, welch letzteres in ein grösseres Kegelrad am Kettenbaum eingreift und so die Drehung des Baumes ermöglicht. Während derselben muss die Bremsung aufgehoben sein, was gleichfalls vom Weberstande aus erzielbar ist.

Die angewendeten Schützen sind stets für Schlauchspulen ausgeführt. Siehe später.

Die Kettenbäume des Leinen- und Jutewebstuhles sind stets aus (Guss- oder Schmied-) Eisen und zwar hohl ausgeführt. Ebenso auch der Sandbaum, während der Waarenbaum zumeist aus Holz hergestellt ist.

Wesentlich verschieden von den vorigen sind die zur Erzeugung von schweren Wollgeweben, wie Tuch und ähnlichen Stoffen, bestimmten Webstühle, welche mit dem Namen Tuch- und Buckskinwebstühle bezeichnet werden. Sie sind nach verschiedenen Principien gebaut und unterscheidet man:

1. Den Schönherr'schen Webstuhl, charakterisirt durch den Excenterantrieb der Lade, daher auch Scheiben- oder Wiperstuhl; durch die Federschlagvorrichtung, daher auch Federschlagstuhl genannt, und durch die Art des Antriebes mittelst Schlossrad und Klinke.

2. Der Kurbelstuhl (System Crompton) charakterisirt durch die Kurbelbewegung der Lade und zwar direct oder indirect durch Ladenwinkel, Unterschlag mittelst Schlagexcenter und Kegelfrictionsantrieb.

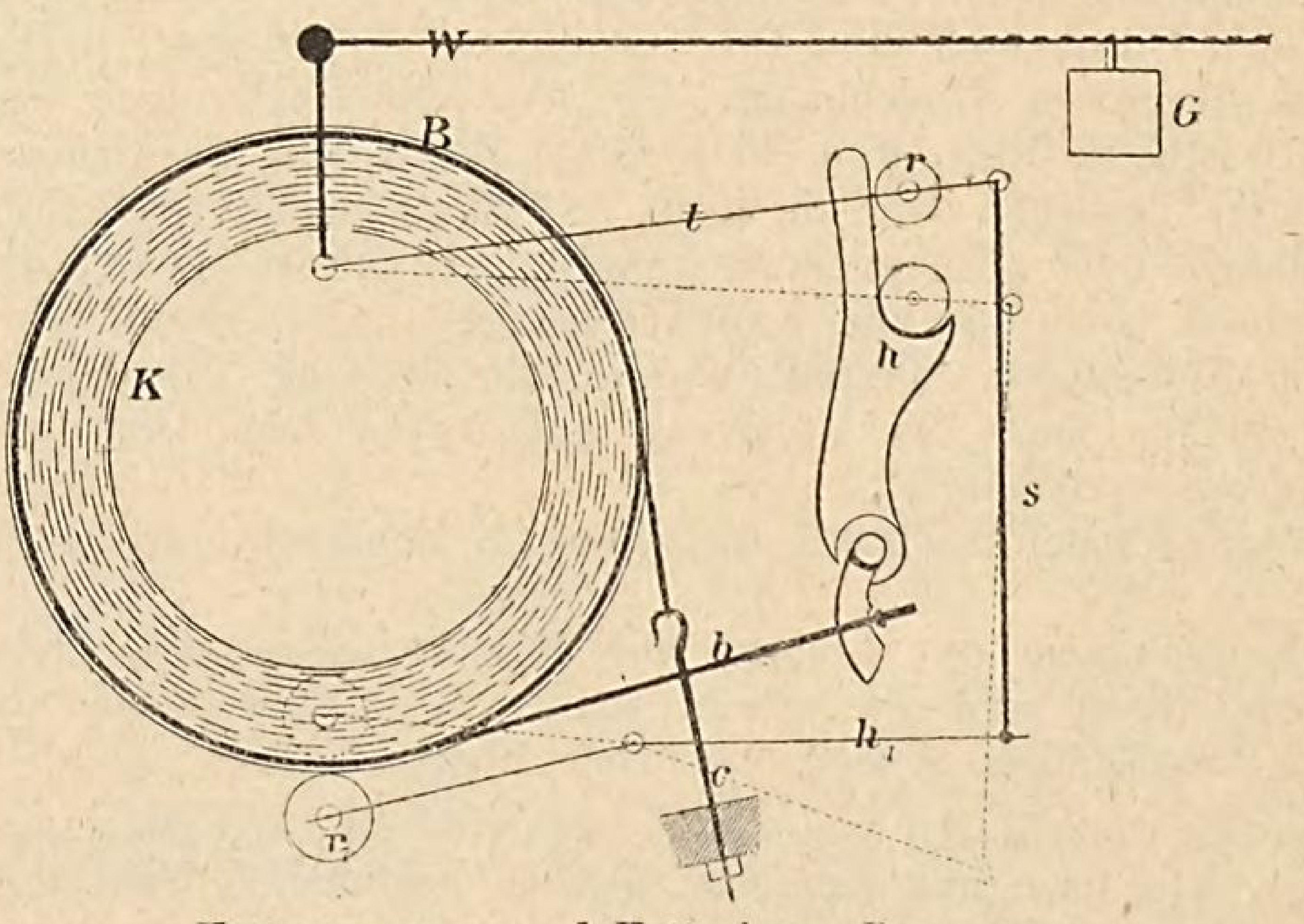
3. Die englischen Tuchwebstühle mit gewöhnlicher Kurbelbewegung der Lade, Schlagvorrichtung mittelst Schlagexcenter, wobei die Lade entweder unten gelagert ist, wie bei System Knowles (eigentlich ein amerikanisches System), oder mit oben angeordneter Lade und reinem Oberschlag durch Excenter, wie bei dem System Hutchinson nnd Hollingworth (*Dobcross loom*). Diese Webstühle werden alle in grösseren Breiten ausgeführt und zwar gewöhnlich von ca. 1250 bis 3540^{mm} grösster Webbreite. Der Schönherr'sche Webstuhl kann nicht schmäler ausgeführt werden, der Schlagvorrichtung wegen, doch sind andererseits

bei diesen Stühlen auch grössere Breiten ausgeführt worden, z. B. bis zu 6^m, wo dann derselbe für schwere Leinengewebe Verwendung findet, Segeltuchstuhl.

Der Schönherr'sche Webstuhl hat eine an der rechten Seitenwand ausserhalb derselben gelagerte Hauptwelle, welche durch Stirnräder mit der Uebersetzung 1 : 3 von der Antriebsscheibe die Bewegung erhält. Das auf der Hauptwelle des Webstuhles sitzende Rad ist lose auf derselben und mit einer durch Federn gehaltenen Klinke 1 versehen, welche in die auf dem Ladenexcenter sitzende Nase eingreifen kann und dadurch die Bewegung der Hauptwelle, resp. des Stuhles veranlasst. Die Klinke 1 wird nach der Abstellung des Stuhles durch eine Klinke 2 gehalten, welche von der Ausrück-, resp. Einrückstange gehoben, die erste Klinke freilässt und diese dadurch die Nase fasst. Durch die entgegengesetzte Bewegung der Ausrückstange wird die Klinke 1 ausgehoben und der Stuhl abgestellt. Ausserdem kann durch eine Schnur eine zweite Ausrückvorrichtung (an der Umhüllung des Schlossrades) eingeschaltet werden, welche das Stehenbleiben des Stuhles dann bewirkt, wenn die Lade nahe dem Brustbaum ist (behufs Einziehens gerissener Kettenfäden).

Die Kette ist auf einen hölzernen Kettenbaum K von ca. 350^{mm} Durchmesser mit zwei stellbaren Baumscheiben aufgewickelt, Fig. 5523, auf welchen sich eine Bremsscheibe B befindet, über welche das Bremsband b geht. Dieses ist einerseits an dem zweiarmigen Hebel h befestigt, anderseits am Gestelle an einem Haken c. An dem zweiarmigen Hebel liegt eine

Fig. 5523.



Kettenspannung und Kettenbaum-Bremsung.

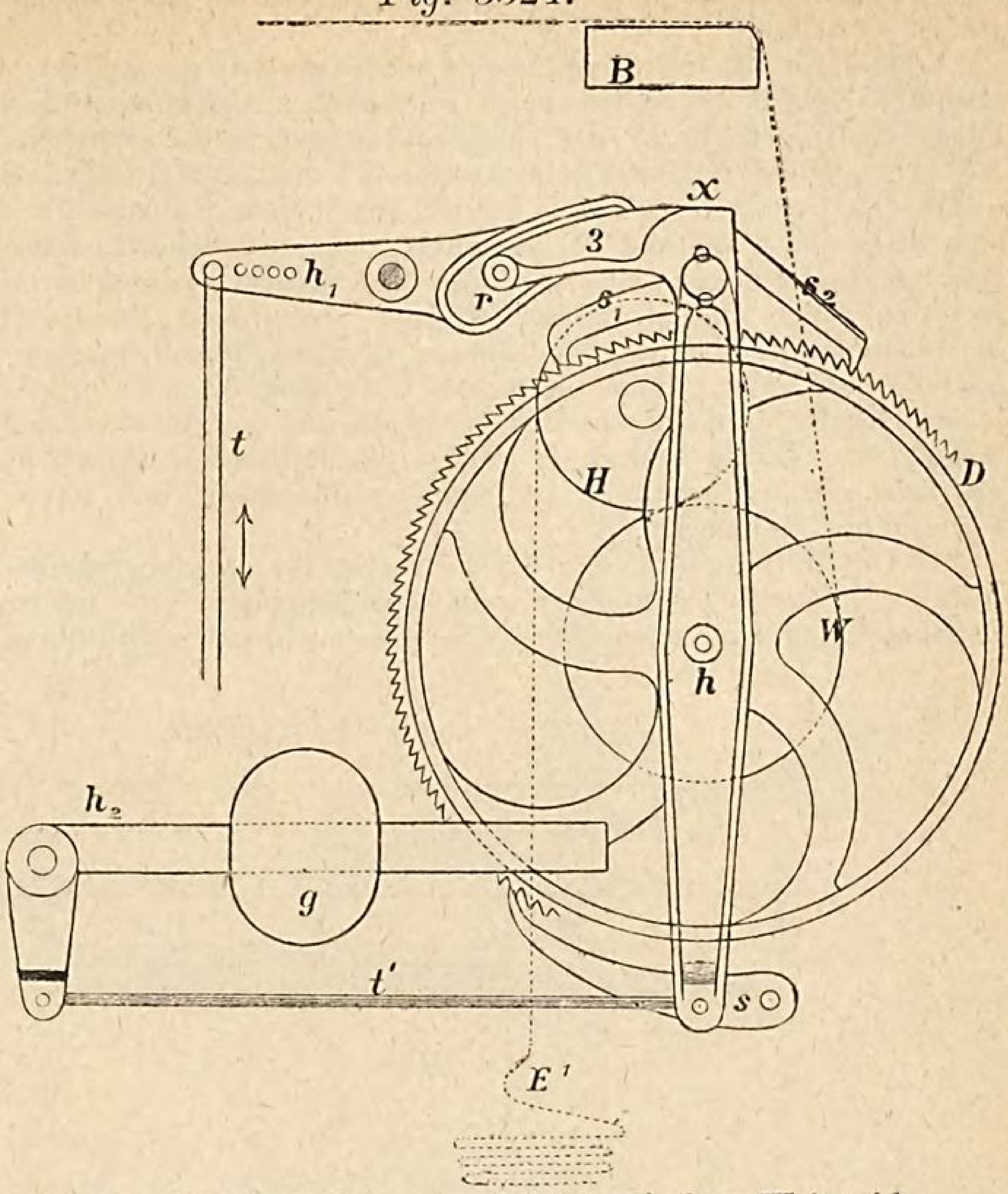
Rolle r an, welche an der Stange t sich befindet, die mit dem durch das Gewicht G belasteten Winkelhebel W in Verbindung steht. Durch Verstellung von G wird die Kettenspannung geändert. Die Stange t ist ferner durch das Stängelchen s mit dem zweiarmigen Hebel h_1 verbunden, welcher eine Holzwalze r_1 trägt, die an der Garnkette anliegt. Je nach der Stärke der aufgewickelten Kette wird die Walze r_1 und der Hebel h_1 verschiedene Lagen annehmen, daher auch die Rolle r näher resp. weiter vom Drehpunkte des Hebels h stehen, wodurch das Moment der Bremsung entsprechend verändert wird. Man bezweckt durch diese Einrichtung die stets gleiche Spannung der Kette, mag dieselbe von welchem Halbmesser immer ablaufen. Die Kette geht vom Kettenbaum über den Streichbaum, hier Walkwelle genannt, welcher, als Walze von Holz ausgeführt, beiderseits auf Hebeln aufliegt, die durch eine excentrische Scheibe eine schwingende Bewegung erhalten, damit die Kette bei der Fachbildung stets die gleiche Spannung beibehält. Von da geht die Kette durch das Geschirr und Blatt über den festen hölzernen Brustbaum B (Fig. 5524) zu dem Waarenbaum W, auf welchem eine Holzwalze H aufliegt, damit das Gewebe den mit Sand oder Baumblech überzogenen Waarenbaum gehörig umgreift. Die Aufwicklung der Waare erfolgt hier durch einen negativen Regulator, dessen Einrichtung Fig. 5524 zeigt.

W ist der Waarenbaum, auf welchem das Sperrad D festsitzt. In dieses greifen einerseits die am Gestelle gelagerten Sperrklinken s, anderseits die beweglichen Sperrklinken s_1 und s_2 ein. Letztere sind von einem doppelarmigen Hebel (in der Figur mit x bezeichnet) getragen, der seinerseits in dem oberen Arm, des lose auf dem Waarenbaum sitzenden

Hebels h drehbar gelagert ist. An dem Sperrklinkenhebel ist ein dritter Arm 3 angebracht, welcher mit seiner Rolle r in der Schleife des Hebels h_1 geht. h_1 wird durch ein Stängelchen t von der Schützenschlagvorrichtung auf und ab bewegt. Das 2. Ende von h ist durch das Stängelchen t_1 mit dem Winkelhebel h_2 verbunden, welcher das verstellbare Gewicht g trägt. In Folge der Bewegung von t wird h_1 und dadurch der Sperrklinkenhebel gedreht und abwechselnd die eine oder die andere Sperrklinke s_1, s_2 in das Rad D eingreifen und so die Aufwindung der Waare bewirken. Wird zu viel aufgewunden, so wird die Spannung in der Kette vergrössert, der Waarenbaum zurückgedreht und durch D die Klinken s_1 und s_2, also auch der Hebel h nach links gestellt. Hiedurch kommt die Rolle r näher an den Drehpunkt von h_1 und es erfolgt eine Verkleinerung des Hubes des Sperrklinkenhebels und der Sperrklinken s_1 und s_2, also geringere Waarenaufwicklung. Das Umgekehrte tritt ein, wenn die Kette schlaffer wird, wo dann durch das Gewicht g die entgegengesetzte Bewegung von h und dadurch weiter die Vergrösserung des Hubes von s_1 und s_2 erfolgt. Die Vermehrung oder Verminderung der Ketten-(Waaren-)spannung wird durch die Stärke des Schusses, resp. des Ladenanschlags vermittelt, während die Dichte des Gewebes durch die Verstellung des Gewichtes g (in Verbindung mit G, Fig. 5523) regulirt wird, sowie durch die gleichzeitige Versetzung des Stängelchens t am Hebel h_1. Die Klinke s verhindert das Zurückgehen des Waarenbaumes W. Die Waare selbst wickelt sich nicht auf den Waarenbaum auf, sondern wird, wie Fig. 5524 zeigt, (in einen Kasten) abgelegt.

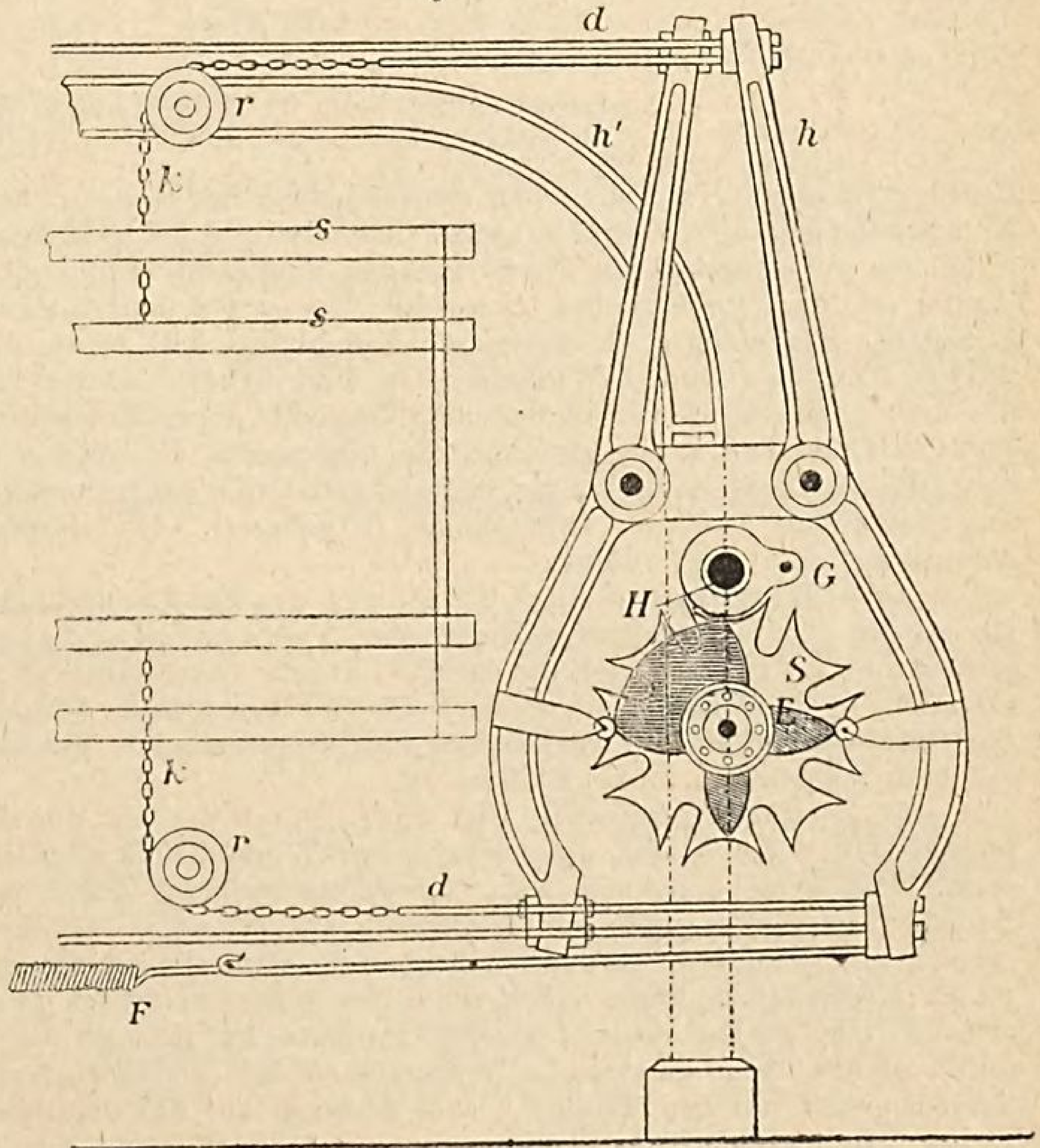
Die Fachbildung erfolgt bei einfachen Geweben durch seitwärts angebrachte Excenter mit Hebeln (Excenterstuhl), bei mehrschäftiger Waare (über 12, meist

Fig. 5524.



Negativer Regulator des Schönherr'schen Webstuhles.

Fig. 5525.



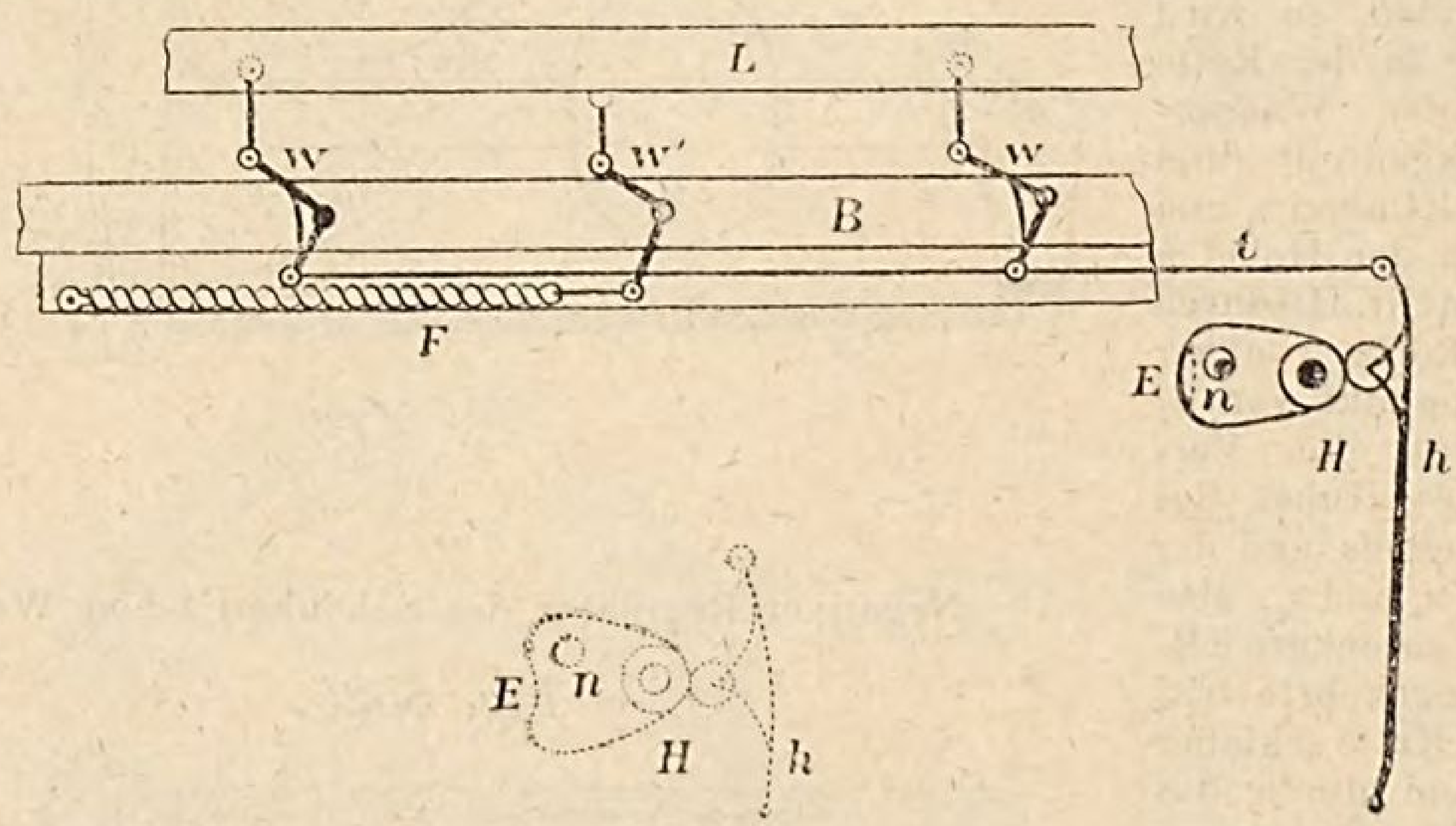
Schönherr'sche Excenterbewegung.

schon über 8) durch eine Schaftmaschine, eventuell durch eine Jacquardmaschine (Maschinenstuhl), s. später.

Die Anordnung der Excenterbewegung, welche dem Schönherr'schen Webstuhl ebenfalls eigenthümlich ist, zeigt Fig. 5525. Auf einer unterhalb der Hauptwelle *H* befindlichen Excenterwelle *E* sind entsprechend geformte Excenter mittelst Vorlegscheiben befestigt. Der Antrieb der Excenterwelle erfolgt bei 2, 3, 4 Tritten durch Zahnräder, bei mehr als 4 durch den Greifer *G* und den Stern *S* (nach dem Principe des Einzahnrades). Dadurch erzielt man auch den Stillstand der Excenter, resp. der Schäfte, während des Schützenschlages. An den Excentern liegen mittelst Rollen die verticalen, gleicharmigen Schafthebel *h*, *h'* an und zwar entweder aussen (äussere Heber) oder innen (innere Heber). An den beiden Enden derselben sind die Schraubendrähte *d* in bewegliche Stückchen eingehängt, an welchen durch über die Rollen *r* gehende Kettchen *k* die Schäfte *s* befestigt sind. Diese Anordnung ist bei jedem Schafte doppelt, was mit Rücksicht auf die grössere Länge derselben (Webbreite) nothwendig ist. Durch Federn *F* werden die Rollen der Hebel *h*, *h'* stets an die Excenter angedrückt. Die Einrichtung ist leicht zu übersehen und kann eine grössere Schäftezahl zur Verwendung kommen.

Die Bewegung der Lade erfolgt durch eine Scheibe (daher Scheiben- oder Wiperstuhl). Diesen Scheiben kann man eine beliebige Form geben, wodurch es möglich ist den Ladenanschlag lang oder kurz, ein- oder mehrmal auszuführen. In Fig. 5526 ist diese Ein-

Fig. 5526.



Ladenbewegung beim Schönherr'schen Webstuhl.

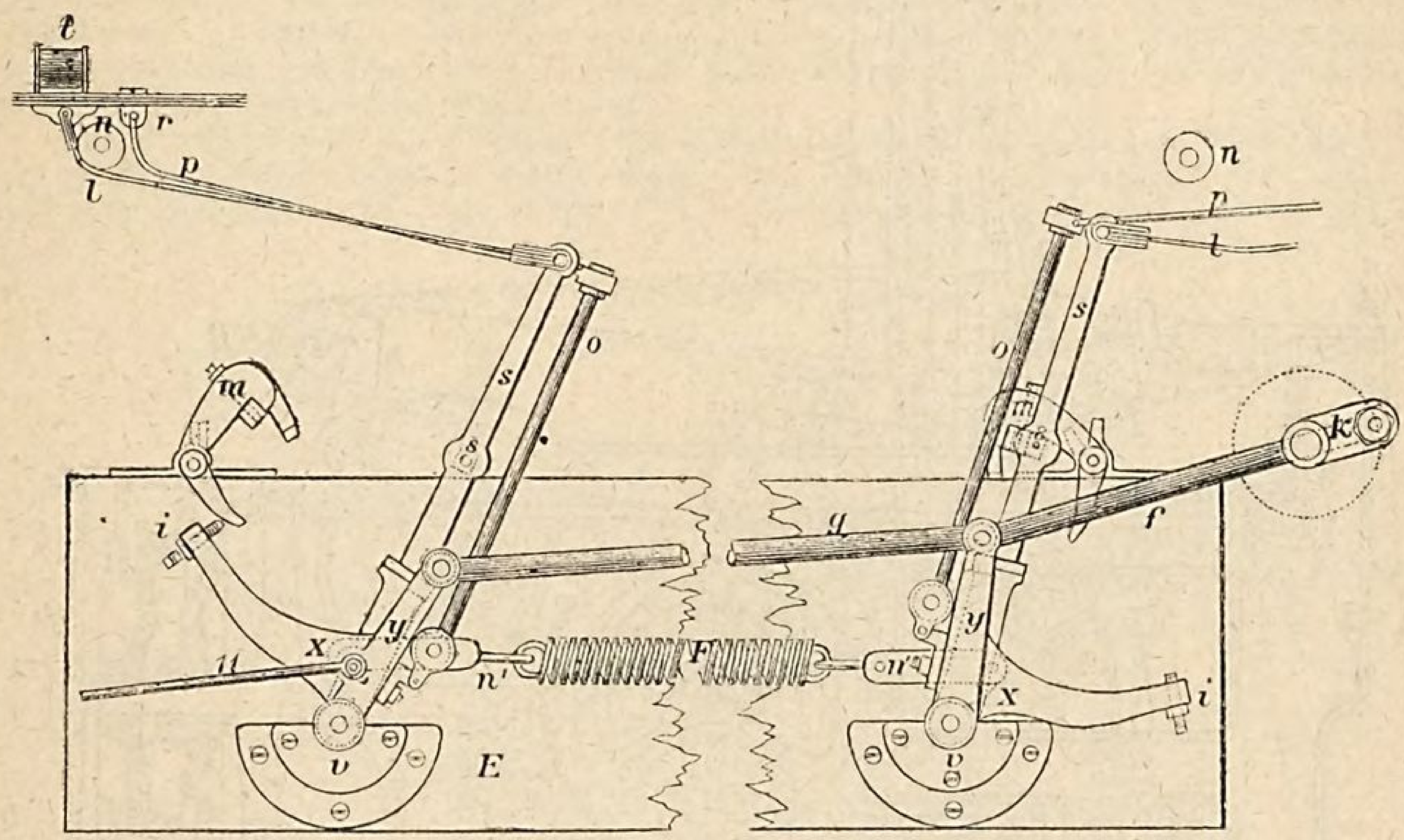
richtung im Grundriss angegeben (wobei jedoch der Hebel *h* und das Ladenexcenter *E* behufs Ersichtlichmachung im Aufriss gezeichnet sind). An der Hauptwelle *H* sitzt das Excenter *E*, wobei die voll gezeichnete Form für den einfachen, die punktirte für den Doppelschlag bestimmt ist. An dem Excenter *E* ist die Nase *n* für den Antrieb des Schlossrades. Der untengelagerte, mit einer Rolle versehene Ladenhebel *h* liegt am Excenter an und ist durch die Stange *t* mit den beiden Winkeln *w* in Verbindung. Diese sind durch kurze Gelenkstücke mit dem Ladenbaum verbunden und bewirkt diese Einrichtung das Anschlagen der Lade. Zum Zurückziehen derselben dient die Ladenfeder *F*, welche durch einen dritten Winkel w_1 ebenfalls mit dem Ladenbaume verbunden ist und beim Anschlag gespannt wird. Die Winkel und die Feder sind im Brustbaume *B* gelagert. Die Bewegung der Lade ist durch diese Anordnung eine ganz ruhige.

Die Bewegung der Schütze, der Schützenschlag, geschieht hier der grösseren Breite des Stuhles wegen mittelst der Federschlagvorrichtung (daher auch Federschlagstuhl genannt). Dieselbe beruht darauf, dass während der Ladenbewegung eine Feder gespannt wird, welche dann gelöst, die Schütze kräftig durch das Fach wirft, wobei jedoch die Geschwindigkeit des Webstuhles, im Gegensatz zu den mit Schützenschlagscheiben versehenen Webstühlen, ohne Einfluss ist.

Diese Einrichtung zeigt Fig. 5527. Durch die mit der Kurbel *k* verbundenen Stangen *f* und *g* werden die beiden um *v* drehbaren Winkelhebel *x*, *y* in schwingende Bewegung versetzt. Die Arme *y* nehmen beim Auswärtsschwingen durch angebrachte Bolzen die auf den Zapfen *v* lose aufsitzenden Schlägerarme *s* mit, bis selbe mit ihren Nasen *S* von den Knaggen *m* erfasst und gehalten werden. Gleichzeitig wird die an den beiden Schlägerarmen befestigte Feder *F* gespannt. Beim Rückgange des Winkelhebels *x y* stösst dann die am Ende von *x* befindliche Stellschraube *i* an den Fortsatz der Knagge *m*, hebt dieselbe aus, und bedingt durch die Feder *F* das rasche Hereinziehen des Schlagarms *s*, welche Bewegung durch den Treibriemen *l* auf den Treiber *t* und dadurch auf die Schütze übertragen wird. Um ein zu weites Hereingehen des Treibers zu verhindern, geht der Treiberriemen *l* um die Fangrolle *n*, während das Herausschieben des Treibers durch die an *y* befestigte Stange *o* mit

dem Drahte p und dem Treiberschieber r, der in einer Führung des Schützenkastens geht, erfolgt. Der Hin- und Hergang des Winkelhebels x y erfolgt während 2 Schuss, so dass der Schlag abwechselnd von der einen und anderen Seite ausgeführt wird. (Bei den Stühlen mit Schützenwechsel erfolgt die volle Bewegung während eines Schusses zum Zwecke der pick à pick-motion, d i. der Einrichtung zum öfteren Abschiessen von derselben Seite.) Die Kurbel k ist auf einer Zwischenwelle und erhält den Antrieb von der Hauptwelle durch Zahnräder mit der Uebersetzung 1 : 2.

Fig. 5527.



Schützenschlag beim Schönherr'schen Webstuhle.

Der Webstuhl ist mit einem Schützenwächter versehen, welcher wieder durch eine bewegliche Wand des Schützenkastens gebildet wird, die durch den Bauch des Schützens herausgedrückt, mittelst Winkelhebel auf die Klinke im Schlossrade wirkt und diese aushebt. Schusswächter ist keiner vorhanden der geringen Geschwindigkeit des Webstuhles (40—48 Schläge pro Minute) wegen.

Fast nach dem gleichen Principe mit Anwendung der in einzelnen Details abgeänderten Mechanismen (z. B. der Ladenbewegung durch eine Art Nutencylinder und Ladenwelle, der Excenterbewegung durch ein Zweizahnrad und Stern mit doppelt soviel Schlitzen) ist der Tuchwebstuhl von R. J. Gülcher in Biala gebaut.

Dieser, wie der Schönherrsche Webstuhl werden mit Schaftmaschinen ausgestattet (siehe unten) und sind dann auch zumeist mit Schützenwechsel versehen.

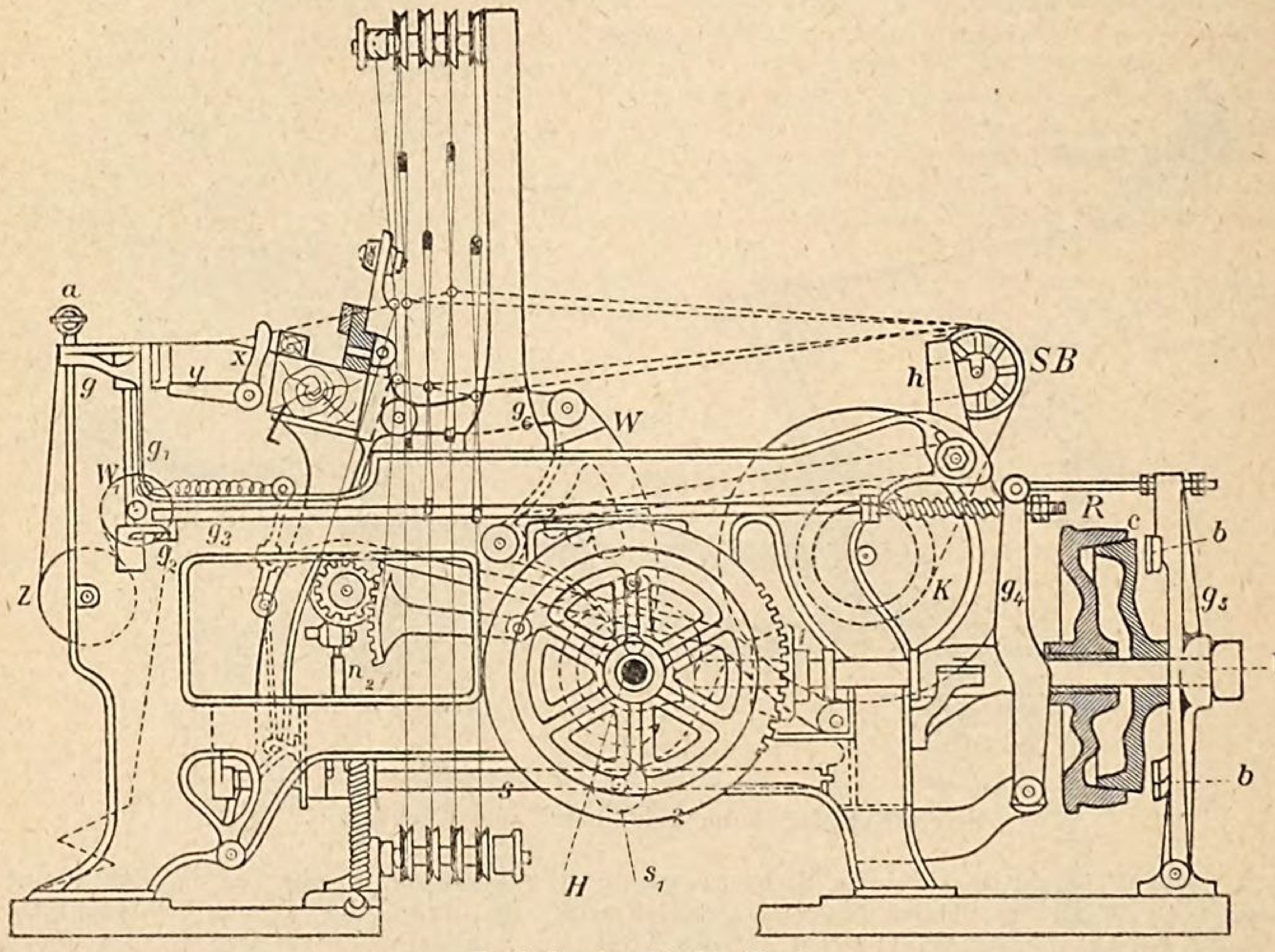
Die Einrichtung des letzteren, sowie die Abänderungen, welche sich dadurch bei dem Webstuhl ergeben, werden bei den Schützenwechselvorrichtungen angeführt.

Der Kurbelwebstuhl (System Crompton) unterscheidet sich von dem vorhergehenden wesentlich sowohl durch seinen Antrieb als durch die Ladenbewegung. Wohl werden von den einzelnen Fabriken diese Webstühle in verschiedener Weise gebaut, doch ist die hauptsächliche Einrichtung desselben aus Fig. 5528 ersichtlich.

Die Anordnung des Antriebes ist dabei folgende. Auf der parallel mit dem Gestelle rechts ausserhalb desselben befindlichen Vorgelegwelle V ist lose eine Riemenscheibe R, welche durch eine Frictionskupplung c mit der Welle V verbunden wird. Von der Vorgelegewelle geht die Bewegung durch die Kegelräder *1*, *2* auf die Hauptwelle H. Die Aus- oder Einrückung der Kupplung erfolgt von der Ausrückstange a durch die Hebel und Gestänge g, g_1, g_2, g_3, g_4, wobei beim Abstellen der Bewegung ausser der Verschiebung der Riemscheibe gleichzeitig die Einschaltung der an dem Hebel g_5, welcher mit dem Gestänge in Verbindung steht, befindlichen Backenbremse b erfolgt. Die Räder *1*, *2* liefern die Uebersetzung 3 : 1. In neuerer Zeit hat man jedoch bei den Webstühlen die Einrichtung, dass man das kleinere Kegelrad auswechseln kann, um dadurch einen rascheren oder langsameren

Gang des Stuhles zu erzielen, ohne dass man nothwendig hätte, die Riemscheibe auf der Transmission zu ersetzen (verstellbarer Antrieb). Eine besondere Anordnung des Stuhles, bei einwärts stehender Lade demselben stillzustellen, ist nicht vorhanden und wird dies hier durch die rechtzeitige Verschiebung der Ausrückstange bewirkt.

Fig. 5528.



Kurbelwebstuhl für Tuch.

Das grosse Kegelrad *2* sitzt auf der Hauptwelle, welche mit zwei Kröpfungen versehen ist, die zur Bewegung der Lade dienen. Die Zapfen der beiden Kurbeln sind durch kurze Gelenkstangen (Kurbelscheren mit durch Keile nachstellbaren Schalen) mit den Ladenwinkeln *W* und diese durch die Stangen g_6 mit den Zapfen der Ladenstelzen, also der Lade *L* verbunden, dadurch erhält diese eine solche Bewegung, dass sie während der Bewegung des Schützens durch das Fach nahezu stille steht und der Ladenschlag ebenfalls ein ganz sanfter ist, also wesentlich anders als bei dem gewöhnlichen Kurbelantrieb.

Die Lade hat meist 3 eiserne, unten auf Zapfen gelagerte Stelzen, während der Ladenbaum und Deckel aus Holz hergestellt sind. Die Schützenbahn ist zumeist eine Eisenschiene.

Die Kette ist auf dem hölzernen, mit eisernen Zapfen versehenen Kettenbaum *K* zwischen eisernen verstell- und feststellbaren Baumscheiben aufgebäumt. Derselbe ist mit zwei Bremsscheiben versehen, mit welchen er auf mit Filz überzogenen halbrunden Unterlagen aufliegt, während um die obere Hälfte der Bremsscheiben ein Bremsband geschlungen ist, das mit einem belasteten Hebel in Verbindung steht. Häufig ist dieser mit einer ähnlichen Einrichtung wie bei dem Schönherr'schen Webstuhl versehen, welche die Spannung des Bremsbandes entsprechend der Grösse der Kettenaufwicklung regulirt und zwar gleichfalls mit Hilfe einer an der Kette anliegenden Holzwalze, welche entweder das Hebelverhältniss der Belastung (wie dort) ändert oder durch mehr oder weniger scharfe Spannung einer Feder den Belastungsdruck verändert. Statt dessen hat man auch eine Kettenablassvorrichtung, welche gleichfalls durch die Stärke der Kettengarnaufwicklung am Baum mittelst der anliegenden Walze beeinflusst wird.

Der Kettenbaumregulator ist mit einem Schneckengetriebe versehen, die Achse des Wurmes erhält durch Kegelräder den Antrieb von einem Sperrade, dessen Sperrklinken eine Hubbewegung ausführen, welche in zweifacher Art beeinflusst wird. Einerseits von einem verstellbaren Zapfen eines Hebels (damit man die Gewebdichte ändern kann), anderseits durch einen zweiten Hebel, mit von der Holzwalze am Kettenbaum beeinflusstem, verstellbaren Angriffspunkte (behufs Regulirung der Abwicklung nach der Stärke der Kettenbaumbewicklung).

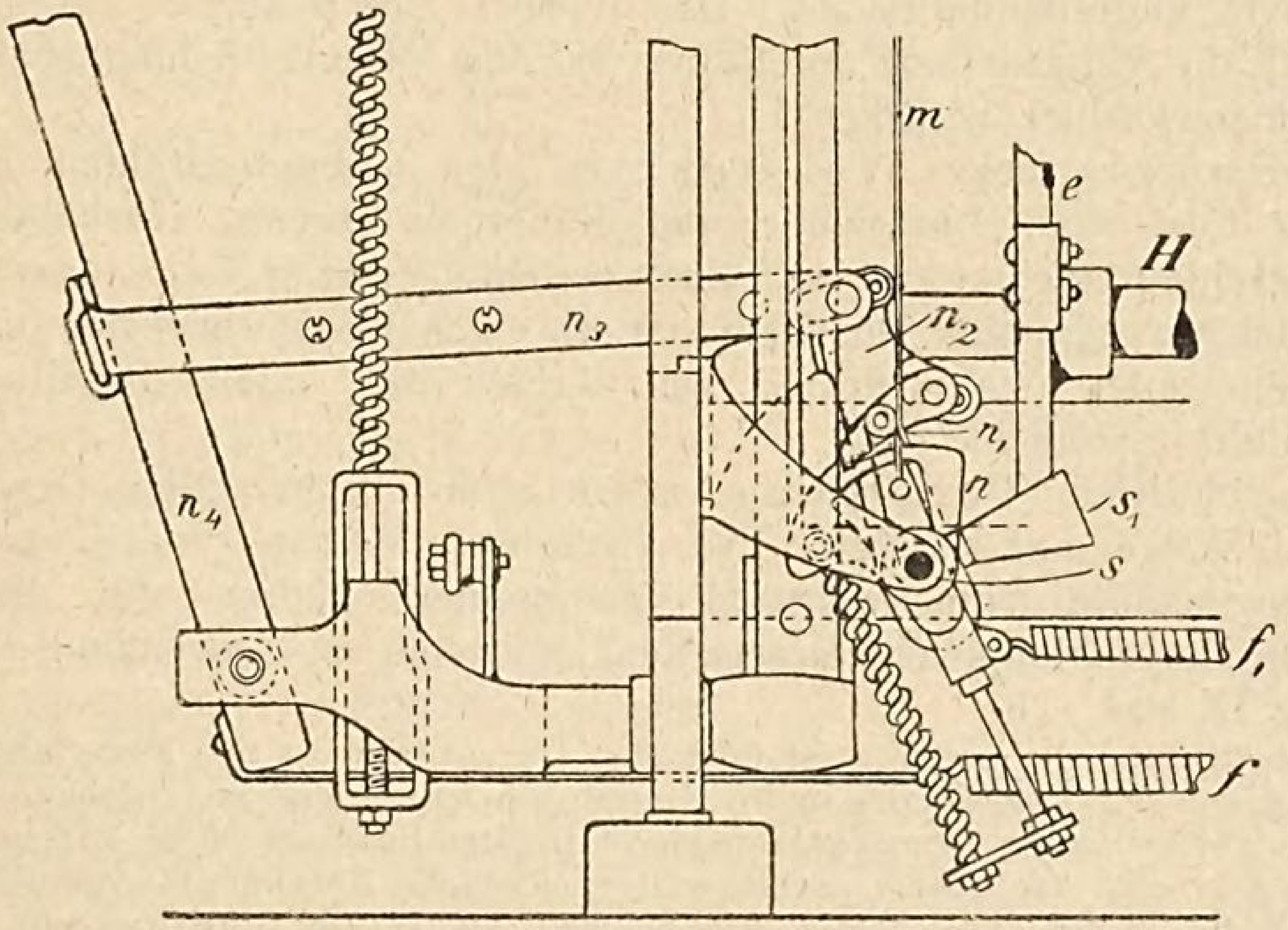
Von dem Kettenbaume geht die Kette über den im Hebel *h* gelagerten Streichbaum (Walkwelle) *S B*. Der Hebel *h* und daher *S B* erhält vom Ladenwinkel *W* eine schwingende

Bewegung. Vom Brustbaum geht der Stoff zum Waarenbaum Z, auf welchem die Holzwalze W_1 aufliegt. Die Waare wird entweder auf dem Zeugbaum aufgewickelt oder abgelegt.

Im ersteren Falle ist meist ein negativer von der Ketten(Waaren)spannung beeinflusster Regulator angewendet, welcher durch ein an dem Waarenbaum anliegendes Schleifstück eine Regulirung auch in dem Sinne bewirkt, dass mit zunehmender Bewicklung durch Verschieben eines Gewichtes die Aufwindung relativ abnimmt, d. h. der Vorschub des in das Sperrad des Regulators eingreifenden Sperrkegels stets kleiner wird. Bei Ablegung der Waare wird entweder ein negativer oder ein positiver Regulator angewendet, welch' letzterer mit einem auswechselbaren Sperrade versehen ist, um die Dichte des Gewebes entsprechend ändern zu können. Die Einrichtungen sind den früheren dem Principe nach ähnlich, doch in den Details verschieden. Die Bewegung der Kette zur Fachbildung erfolgt in derselben Weise wie bei dem Schönherr'schen Webstuhl durch Excenter; bei grösseren Mustern durch Schaft- und Jacquardmaschine (siehe unten).

Der Schützenschlag erfolgt durch Schlagscheiben, wesshalb der Stuhl stets mit einer gewissen Geschwindigkeit laufen muss. Der Schlag ist Unterschlag und zeigt die Einrichtung Fig. 5529 (auch Fig. 5528). H ist die Hauptwelle, auf welcher das Schlag-

Fig. 5529.



Schlagwerk des Cromptonstuhles.

excenter e sitzt, dem gegenüber auf der Schlagwelle s die Schlagrolle s_1 sich befindet. Auf der Schlagwelle sitzt das Bogenstück n, dessen Zahn einen Sperrhaken n_1 bethätigt, welcher an einem lose auf s befindlichen Arm n_2 gelagert ist. Dieser Arm steht weiter durch den Schlagriemen n_3 mit dem Treiberarm n_4 in Verbindung. Durch die Schlagexcenter wird, wenn der Sperrhaken n_1 eingeschaltet ist, durch das Bogenstück der Haken n_1 und dadurch im weiteren der Treiberarm und der Treiber bewegt. Das Zurückgehen des Treiberarmes erfolgt durch die Feder f. Das Zurückgehen des Bogenstückes n mit der Schlagrolle s_1 erfolgt durch die Feder f_1. Das Ausschalten des Schalthakens n_1 erfolgt abwechselnd auf beiden Seiten, also auch der Schlag. Es geschieht dies dadurch, dass durch das Anziehen der Schnur m, welche am Schalthaken indirect befestigt ist, letzterer gehoben wird. Die Schnur m ist an einem Arm eines Winkels befestigt, dessen zweiter Arm an der Schützenkastenzunge anliegt, so zwar, dass von der rechtsseitigen Kastenzunge der linke Schalthaken und umgekehrt beeinflusst wird. (Die gleiche Einrichtung ist auch bei den Webstühlen mit Schützenwechsel.) Der Webstuhl ist mit Schützenwächter versehen, selten mit Schusswächter. Ersterer wird durch die bewegliche Schützenkastenzunge an der der Winkel $x\ y$ (Fig. 5528) anliegt, gebildet, der, falls die Schütze in dem Kasten ist, mit seinem Ende y an dem Ausrücker vorübergeht, während anderseits derselbe anstosst und die Ausrückung der Kupplung bei c durch das Gestänge g_1—g_5 veranlasst.

Von den englischen Tuchwebstühlen sei der Webstuhl von Hutchinson und Hollingworth angeführt. Derselbe ist principiell verschieden von den bisher besprochenen. Der Antrieb ist wie bei den gewöhnlichen englischen Webstühlen mit Fest- und Losscheibe auf der gekröpften Hauptwelle, von welcher durch Kurbelstangen direct die Lade bewegt wird. Die Lade ist wie bei den Handwebstühlen oben drehbar gelagert (Hängelade). Die Ladenarme sind von Eisen, der Ladenbaum von Holz, die Schützenbahn jedoch häufig als Schienen

aus Fibre hergestellt; der Ladendeckel von Eisen. Die Lade wird zwischen dem Gestelle mittelst Rollen geführt.

Die Kettenbewegung (Fachbildung) erfolgt zumeist durch eine Schaftmaschine. Der Kettenbaum ist mit einem Schneckenrade versehen, welches durch eine von einem Sperrwerke betriebene Schnecke bethätigt wird. Das Aufwickeln der Waare erfolgt mit Hilfe eines negativen Regulators, unmittelbar auf den Waarenbaum. Der Schützenschlag ist ein reiner Oberschlag. Auf der Hauptwelle ist das Schlagexcenter befestigt, welches gegen die Rolle des unteren Schlaghebels wirkt. Dieser steht durch eine Stange mit Ledereinsatz (damit dieser Theil nachgiebig ist, falls der Treiber stecken bleibt) in Verbindung mit dem Arm der oberen Schlagwelle, an welcher mittelst Zahnscheiben der Treiberarm angeordnet ist. Mit dem Arme ist der Treiber durch den Schlagriemen (Peitsche) verbunden. Der Treiber geht auf Führungsstäbchen im Schützenkasten und ist mit Gummibuffer versehen. Das Zurückgehen des Treibers, also auch das stete Anliegen der Schlagrollen an dem Schlagexcenter erfolgt durch eine an der oberen Schlag-(Treiber-)welle angreifende Feder. Der Wechsel des Schlages auf beiden Seiten erfolgt durch die Verschiebung der Rollen an dem unteren Schlaghebel. Der Stuhl ist mit Schützenwächter versehen.*)

Der Knowles'sche Webstuhl ist den Cromptonstühlen ähnlich; hat Antrieb mit Fest- und Losscheibe und Räderübersetzung. Kurbelbewegung der Lade, Unterschlag, Schneckenrad-Ablassvorrichtung beim Kettenbaum und negativen Waarenbaumregulator. Der Stuhl ist mit eigener Schaftmaschine und Schützenwechsel ausgestattet (siehe dort). Im übrigen sind viele Details denen des Hutchinsonstuhles ähnlich.**)

Die eigentlichen Teppichwebstühle für sammtartige Gewebe werden in zweierlei Arten angewendet. Für Brüssler-, Velour- und Tapestryteppiche findet der sogenannte Ruthenwebstuhl Verwendung, während für die Erzeugung der imitirten Smyrnateppiche verschiedene Systeme in Anwendung sind (vergl. Teppiche IX pag. 15).

Die Einrichtung der ersteren ist folgende: Der Antrieb ist mit Fest- und Leerscheibe, die Lade wird von der Kurbelwelle indirect durch ein Kniegelenk angetrieben, wodurch man den hier sehr vortheilhaften Doppelanschlag erhält. Der Schützenschlag ist ein reiner Unterschlag durch eine auf der Schützenschlagwelle befindliche Nasenplatte veranlasst. Die Bewegung der Kette erfolgt durch feste Nutenscheiben (ähnlich den Bundscheiben) und geschieht durch obere und untere Schafthebel ein Herauf- und Hinabziehen des Schaftes. Statt dessen ist bei den Brüssler- und Velourteppichen eine Jacquardmaschine (s. unten) angeordnet, wobei jedoch die Kettenfäden der Figurkette nicht auf einem gemeinsamen Baum, sondern jeder separat auf einer Spule ist und entsprechende Spannung durch kleine Bleigewichte erhält. Die Grund- und Bindekette ist stets auf einem separaten Kettenbaum mit Kettenbremse angeordnet. Der Brustbaum ist als Stachelwalze ausgeführt und erhält den Antrieb durch einen positiven Regulator, während das Gewebe sich von diesem einfach ablegt, da ein Waarenbaum hier fehlt.

Eine besondere Construction zeigen die Apparate, welche für die Bewegung der Nadeln (Ruthen) bestimmt sind, durch welche der Stuhl zu einem der complicirtesten wird. Diese Apparate haben vorerst die letzte im Gewebe befindliche Nadel (welche bei den Brüssler- und Tapestryteppichen ganz glatt, bei den Tournay-Velvet- (Velour-) und Tapestry-Velvet-Teppichen dagegen am Ende mit einem Messerchen versehen ist, damit beim Herausziehen gleich das Durchschneiden der Masche erfolgt) langsam herauszuziehen, welche dann an das Blatt geschoben und nun rasch in das obere Fach gelegt wird, während durch das untere Fach der Schützen gleichzeitig durchgeschossen wird. Das Herausziehen der Nadel erfolgt durch eine Kette (bei grösseren Breiten) oder einen durch Excenter bewegten Hebel (bei schmalen Stühlen), während das Hereinschieben der Nadel in das Fach durch ein von einer Schnur mit veränderlicher Geschwindigkeit bewegtes Führungsstück (bei breiten Stühlen) oder durch einen mittelst Kurbel bewegten Hebel (bei schmalen Stühlen) erfolgt. Es müssen dabei Einrichtungen sein, welche die Nadel am Ende erfassen und festhalten, anderseits nach dem Einschieben wieder frei lassen.***)

*) Mikolaschek, Bericht über die intern. Wollausstellung in London 1881.

**) Oesterreichs Wollen- und Leinen-Industrie, Jahrg. 1883 pag. 230.

***) Siehe Romens, Journal für Textil-Industrie 1888 Nr. 11, 12, 14, 20—22, sowie über Teppichweberei überhaupt von O. Hallensleben, auch Jahrg. 1887 Nr. 1 u. folg., und Jahrgang 1888 Nr. 3—10, ferner D. R.-P. Kl. 86, Nr. 35590, 10163, 17033, 39879. Ausgeführt werden derartige Webstühle von J. Crossley in Halifax, Sächs. Webstuhlfabrik, vorm. Schönherr in Chemnitz u. a.

Eine ganz besondere, complicirte und mannigfaltige Einrichtung haben die Webstühle zur Erzeugung von imitirten Smyrnateppichen, bei welchen entweder die einzelnen Faden eingeschlungen werden (Wächtlers Teppichwebstuhl, engl. Pat. 1886 Nr. 13976, D. R.-P. Kl. 86 Nr. 35266 u. 40221) oder die einzelnen Figurfaden eingeknüpft werden (Webstuhl von A. Sirèt und J. Saulnier D. R-P. Kl. 86 Nr. 42835, 1886 u. andere) oder es wird zuerst nach dem Muster ein Chenillefaden auf eigenen Webstühlen hergestellt und dieser dann auf Handstühlen als Schuss verwendet (F. C. Glaser D. R.-P. Kl. 86 Nr. 37251, 1885).

Für gemusterte Teppiche, wie schottische und German, werden sowohl der Schönherrsche als auch der Kurbelstuhl (siehe Tuchwebstühle) angewendet.

Die Seidenwebstühle sind der allgemeinen Einrichtung nach den englischen Webstühlen ähnlich. Sie sind mit Antrieb durch Fest- und Losscheibe, mit Kurbelbewegung der Lade und Unterschlag versehen. Die Kettenbewegung erfolgt durch Excenter, oder, wenn nicht eine Jacquardmaschine zur Verwendung kommt, mittelst sog. Excenterkarten oder der schweizer Schaftmaschine.

Diese besteht aus, durch Glieder verbundenen Holzleisten, auf welchen Daumen aufgesetzt sind. Diese Daumen oder die glatte Karte wirken auf Hebel, von welchen aus durch Schnüre die Uebertragung auf die langen oberen und unteren Schafthebel erfolgt, an denen die Schäfte befestigt sind. Die Einrichtung ist seitwärts am Stuhle auf einer direct bewegten Welle angebracht, die sich unabhängig von der Rapportzahl stets gleichmässig bewegt. Die oberen Schafthebel sind auf den hoch hinaufragenden Bogen des Webstuhlgestelles gelagert.

Eine weitere Verschiedenheit bietet die Lagerung des Kettenbaumes, welcher meist in einem eigenen Gestell sich befindet, damit die Länge der ausgespannten Kette grösser ist *(chevalet détaché)*.

Eine besondere Einrichtung zeigen die hier zum Aufwinden der Waare verwendeten Regulatoren, nämlich die Compensationsregulatoren, welche derart wirken, dass sie erst nach Erzeugung eines bestimmten Waarenstückes schalten, dabei aber nicht der Druck des Blattes gegen die Waare unmittelbar die Schaltung veranlasst, sondern durch das Herausdrücken des federnd angeordneten Blattes das Schaltwerk zur Wirkung kommt.

Die Schaltung selbst ist, weil stets ein bestimmtes Stück aufgewickelt wird, nach Art des positiven Regulators, während die Veranlassung ähnlich wie bei dem negativen Regulator ist. Dieser Regulator betreibt unmittelbar den Waarenbaum (es fehlt hier der Sandbaum) und ist deshalb auch die Einrichtung vorhanden, dass entsprechend der Zunahme der Bewicklung eine geringere Schaltung erfolgt. Der Vortheil des Regulators liegt darin, dass der Blattanschlag, durch eine Feder gemildert, stets gleichmässig erfolgt, wodurch der Schuss stets gleichmässig angedrückt wird, was die Egalität des Gewebes, auf welche hier besonders zu sehen ist, erhöht. Die Einrichtung dieser Regulatoren ist stets derart, dass nach Fertigstellung eines gewissen Stückes des Gewebes das Blatt soweit heraussteht, dass dadurch eine Klinke eingeschaltet wird, die die Mitnahme des eigentlichen Regulatorschaltwerkes dadurch veranlasst.

Solche Constructionen sind von C. Honegger in Rüti, Jäggli in Oberwinterthur, Gebr. Benninger in Uzwyl, Sallier aîné in Lyon, Lembke-Döhmer in Crefeld (bei ihrem mit Hängelade versehenen Seidenwebstuhl, der auch als Handwebstuhl verwendet werden kann), Chantière de la Buire in Lyon (bei dem Laeserson-Wilke-Stuhl, der von dieser Firma sowohl als halbmechanischer, wie als mechanischer Webstuhl gebaut wird) u. a.

Entsprechend dem feineren Webmateriale sind auch die Webstühle sehr sorgfältig ausgeführt, die Holztheile glatt polirt, zuweilen mit Glasstangen versehen (Streichbaum). Die Geschwindigkeit dieser Stühle ist 80—160 Schläge pro Minute, je nach Breite und Waare.

Von der sächs. Webstuhlfabrik werden ebenfalls Seidenstühle mit hängender Lade gebaut, welche sonst eine ähnliche Einrichtung haben.*)

Die Doppelsammtstühle**) sind ebenfalls nach Art der englischen Webstühle gebaut. Sie dienen zur Herstellung von Sammten und Plüschen und zwar stets zwei Stück übereinander, welche durch die Polkette mit einander verbunden sind. Durch das Entzweischneiden dieser verbindenden Polkette werden die beiden Stücke getrennt erhalten.

Sie sind mit 3 Kettenbäumen (2 für beide Grundketten und 1 für die Polkette), doppeltem Waarenbaum (für jedes Gewebe), mit besonderer Einrichtung für die Führung der Pol-

*) Siehe Romens Journ. f. Textil-Industrie, Jahrg. 1887 pag. 275.

**) D. R. P. 10204, 41503.

kette, sowie mit einem Schneidapparat zum Entzweischneiden der beiden Gewebe versehen. Letztere Einrichtung ist verschieden und besteht entweder aus einem in einer Führung hin- und herbewegten Messer, das durch Excenter angetrieben wird (Gebr. Buntscheid in Dülken, G. Bernhardt in Wien) oder aus einem endlosen Bandmesser, welches stets in gleicher Richtung in Bewegung ist. Diese Stühle haben eine grössere Tiefe und mitunter eine solche Breite, dass 3 Stück Waare (von ca. 500mm Breite) nebeneinander, also gleichzeitig 6 Stück fertig werden.

Die Bandstühle sind derart eingerichtet, dass stets eine grössere Zahl von Bändern (Gänge, Lauf) gleichzeitig gewebt werden können. Die Webstühle sind stets mit Antrieb durch Fest- und Losscheibe versehen, welche auf der Kurbel-(Haupt-)welle sitzen. Die Lade ist eine Hängelade, die mit den Kurbeln durch Stangen direct verbunden ist. Die Ketten für die einzelnen Bänder sind auf Spulen, welche in einem Gestell gelagert sind und dort festgehalten werden. Dieselben gehen über Führungsstangen und werden durch eine Laufrolle mit Gewicht gespannt. Von Zeit zu Zeit muss ein Nachlassen ausgeführt werden. Zur Fachbildung sind Excenter, Schaft- oder Jacquardmaschine angewendet, u. zw. für alle Bänder gleichzeitig. Die Aufwindung erfolgt durch Plüschwalzen mit positivem Regulator. Die Bänder werden in Kasten abgelegt. Eine besondere Einrichtung hat die Lade mit den Schützen. Diese haben keine freie Bewegung, sondern eine zwangsläufige. Die Schützen gehen in Führungen der Lade, sind mit Zähnen versehen, in welche Lederrädchen greifen, die wieder von einer Zahnschiene bewegt werden. Diese wird durch Excenter und Hebel hin- und hergeschoben. Die Rädchen sind zwischen zwei Gängen, weshalb die Schützen so lang sein müssen, dass das zweite Rädchen eingreift, bevor das erste auslässt. Die Schützen sind deshalb nach der Maximalbreite der Bänder bestimmt. Man unterscheidet zwei Anordnungen und zwar entweder mit geraden Schützen oder mit gebogenen. Im ersteren Falle sind zwei übereinander befindliche Reihen, damit mehr Bänder untergebracht werden können, weil hier die Gänge um mehr als die Schützenlänge abstehen. Im letzteren Falle sind die nach einem Kreisbogen geformten Schützen in ebensolchen Führungen, welche sich kreuzen, wodurch die Gänge näher gestellt, also der Raum besser ausgenützt werden kann. Die Führungen sind meist nach abwärts, selten nach aufwärts convex. Die Schützen sind zur Erzielung glatter Leisten und um Verwirrungen zu vermeiden, mit Bremsvorrichtungen für den Faden versehen (durch Feder an der Spule, Bremsbacken, kleine Bürstchen u. s. w.). Zuweilen sind diese Webstühle auch mit Schusswechsel versehen, wobei mehrere Schützen übereinander angeordnet sind und durch Hebung und Senkung der Lade die entsprechende Schütze in die Bahn kommt.*) In einzelnen Fällen hat man auch die verticale Anordnung der Kette. Es sei hier auf den Webstuhl von Wassermann und Haggenmacher (D. R.-P. Nr. 40662) verwiesen.**)

Schaft- oder Trittmaschinen (*ratière — dobby*) und Jacquardmaschine (*machine jacquarde — jacquard engine*).

Die bisher angeführten Mechanismen zur Bildung des Faches durch Excenter oder Ketten und Hebel können nur Verwendung finden zur Herstellung kleiner Muster, welche 12 bis 16 Schuss- und Kettenfäden nicht übersteigen, selbst für diese grösseren Zahlen wird die Excenteranordnung unbequem und man greift zur Schaft- und Jacquard-Maschine.

Man kann die in der mechanischen Weberei angewendeten Schaft- und Jacquardmaschinen eintheilen: 1. In reine Aufzug- oder in Auf- und Niederzugmaschinen, je nachdem bloss oberes oder volles Fach erzielt werden soll. 2. In Einhub- und Doppelhubmaschinen, je nachdem ein oder zwei Hebemesser angewendet sind. Bei den ersteren macht das Messer pro Schuss einen vollen Hin- und Hergang, bei den letzteren aber einen Hin- oder Hergang und kommt abwechselnd das eine oder das andere Messer zur Wirkung. Die letzteren haben für jeden Schaft zwei Platinen (für jedes Messer eine) oder, wie nur bei den Schaftmaschinen, statt dessen eine Doppelplatine (mit 2 Haken). Die

*) D. R. P. Nr. 2700, 3025, 4075, 5984, 9940, 11259, 36542, 38616, 40990, 41045, 41279.
**) Siehe Romens Journ. f. Textil-Industrie, Jahrg. 1887 Nr. 21.

ersteren werden bei langsam gehenden Webstühlen (Buckskinstühlen, breite Musterstühle), letztere bei schnellgehenden Webstühlen (englischen Systems) angewendet und finden jetzt bei solchen ausschliesslich Verwendung.

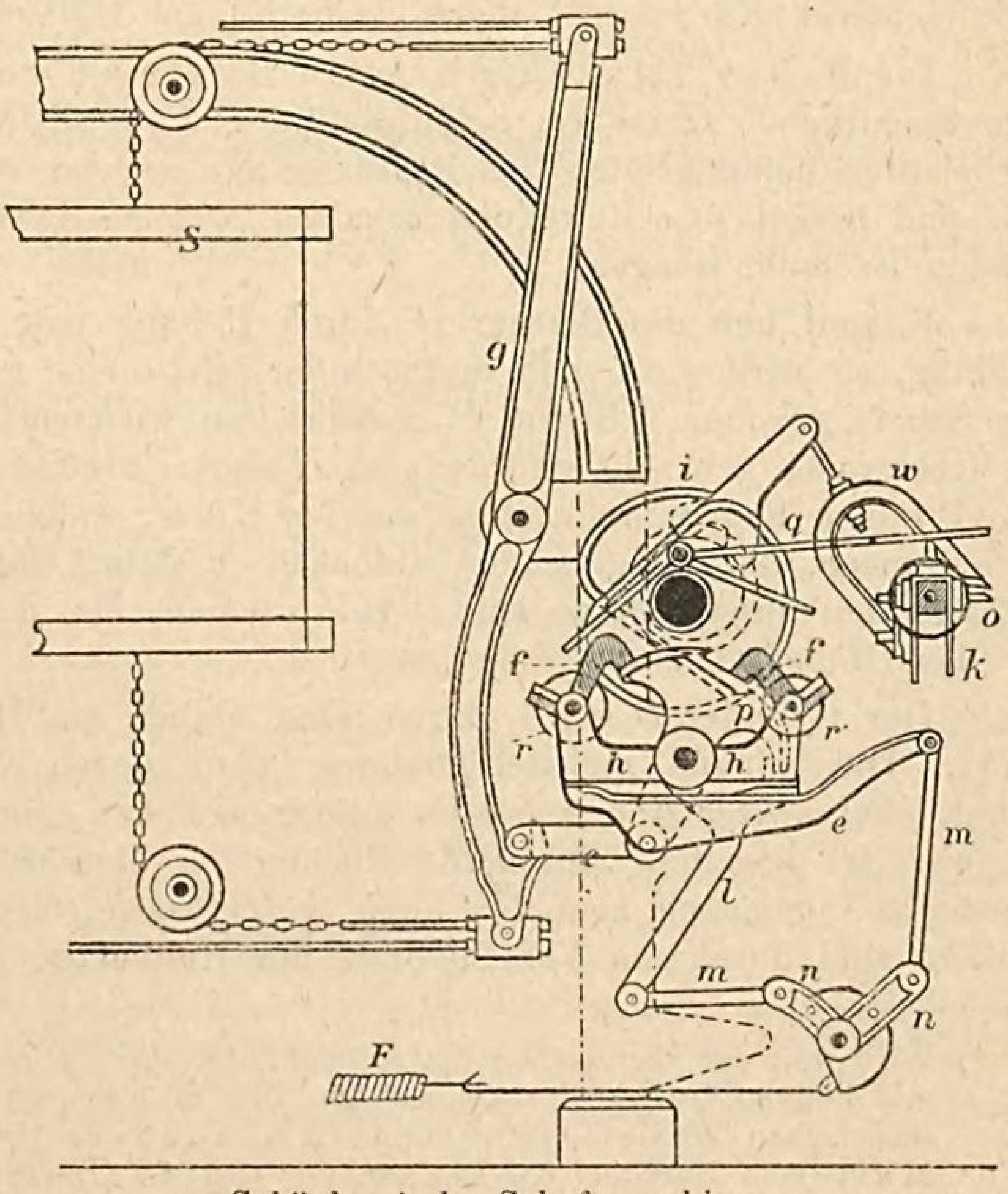
Die Schaftmaschinen können noch eingetheilt werden in Offenfach- und Geschlossenfach-Maschinen, je nachdem durch die Maschine jene Schäfte, welche beim nächsten Schuss in derselben Stellung sein sollen, wie beim vorhergehenden, in dieser während des Ladenanschlages verbleiben oder nicht, also während der Ladenbewegung das Fach offen oder geschlossen ist. Der Vortheil der ersteren ist, dass die Kettenfäden weniger Bewegung zu machen haben, daher geschont werden, während die zweite Art den Vortheil der stets gleichen Kettenspannung hat.

Die Einrichtung der Einhub- oder Einmesserschaftmaschinen kann die gleiche sein, wie bei denen für Handwebstühle, nur dass der obere Hebel zum Messerheben seitwärts statt nach vorne heraustritt. Es ist hier für jeden Schaft eine separate Platine, die bei den Maschinen für schmale Webstühle entweder von einer Nadel umfasst wird, oder ohne solche ist. Im letzteren Falle werden die Platinen durch in der Karte befindliche Stifte direct beeinflusst und erhält der Cylinder eine einfache Drehbewegung. Die Karten sind dann Holzleisten mit Löchern zum Einstecken der Stifte (z. B. Tannwalder Einhubmaschine). Wenn dagegen Nadeln angeordnet sind, ist eine Pappkarte, wie bei den Handstühlen angewendet und muss in diesem Falle der Cylinder ausser der Drehbewegung auch eine hin- und hergehende Bewegung erhalten. Zur Vermeidung der letzteren schaltet man noch eigene Hilfsplatinen ein, welche auf der Karte (die dann wieder eine Stiftenkarte ist) schleifen und auf denen die Nadeln aufstehen (z. B. bei der Hattersley-Einhubmaschine).

Bei den einfachen Aufzugmaschinen erfolgt das Senken der Schäfte durch Federzug. Wenn die Maschinen jedoch als Auf- und Niederzugmaschinen gebaut werden, so ist entweder der Platinenboden beweglich (geht herab, bei der Aufwärtsbewegung des Messers und senkt so die Platinen, also die Schäfte) oder es sind die Platinen mit 2 Haken versehen, welche in das eine oder andere der beiden gleichzeitig wirkenden Messer eingreifen und so die eine Platine heben, die andere senken, resp. nach der entgegengesetzten Seite schieben.

Wesentlich verschiedene Construction zeigen die Schaftmaschinen für die Buckskinstühle. Diese sind stets Einhubmaschinen mit Auf- und Niederzug, des langsamen Ganges der Webstühle wegen und sind entweder als Offen- oder Geschlossenfachmaschine ausgeführt. Im Folgenden seien einzelne angeführt:

Fig. 5530.



Schönherr'sche Schaftmaschine.

Die Schönherr'sche Schaftmaschine Fig. 5530. Die Schäfte S sind durch Kettchen und Schraubenstangen mit den gleicharmigen Hebeln g verbunden. Letztere stehen durch die kurzen Querstücke c mit den Platinen p in Verbindung. Diese Platinen bilden Bogenstücke, welche in der Mitte mit einem Ausschnitt versehen sind. Auf diesen Bogen gleiten die beiden hakenartigen Messer f, welche durch Einklinken in den Ausschnitt der Platinen diese nach der einen oder anderen Richtung mitnehmen können. Die Messer f sind lose mit Bolzen in den beiden Hebeln h aufgesteckt, welche auch die Rollen r tragen, die durch die Gestänge und Winkel l, m, n und die Federn F stets an den beiden Herzscheiben i auf der Hauptwelle anliegen, von welchen kraftschlüssig die Bewegung ausgeht. Die Hebel h sitzen wie die Platinen lose auf der Platinenwelle. Oberhalb der beiden Messer f ist ein Drahtwinkel q mit 3 Armen; zwei derselben stehen den nasenartigen Verlängerungen von f gegenüber, der 3. liegt auf der Karte k, die über den Cylinder o geht, welcher durch einen Wendehaken w durch Excenter bewegt (gedreht) wird. Die Karte ist eine Holzkarte mit Eisenstiften. Durch die Stifte wird der lange Drahtschenkel gehoben, ebenso der kurze rechts, während jener links der Nase von f sich gegenüberstellt; wenn jetzt die beiden Hebel h zusammengehen, wird das Messer f links ausgeschaltet, während f rechts in den Einschnitt der Platine fällt und diese beim Auseinandergehen der Hebel h nach rechts mitnimmt und dem entsprechend das untere Ende des Schafthebels g nach einwärts schiebt, also den Schaft hebt. Ist an der Karte kein Stift, so geschieht das Gleiche auf der anderen Seite und sinkt der Schaft. Es entsprechen demnach die Stifte der Schafthebung, die leeren Stellen der Karte der Schaftsenkung. Beim Zusammengehen der Hebel h werden die Platinen alle gleich gestellt, daher alle Schäfte in die Mittellage gebracht, das Fach also geschlossen (Geschlossenfachmaschine).

Diese Maschine wird auch für Pappkarten ausgeführt. Dabei ist der dritte Schenkel des Drahtwinkels nach aufwärts gestellt und wird von einer Nadel umfasst, welche durch die Karte zurückgeschoben wird, oder in ihrer Stellung bleibt und dadurch der gleiche Vorgang erzielt. Die Maschine ist etwas complicirter, da der Cylinder auch eine Hubbewegung erhält, hat aber den Vortheil der billigeren und leichteren Karten und findet deshalb jetzt vielfach Verwendung.

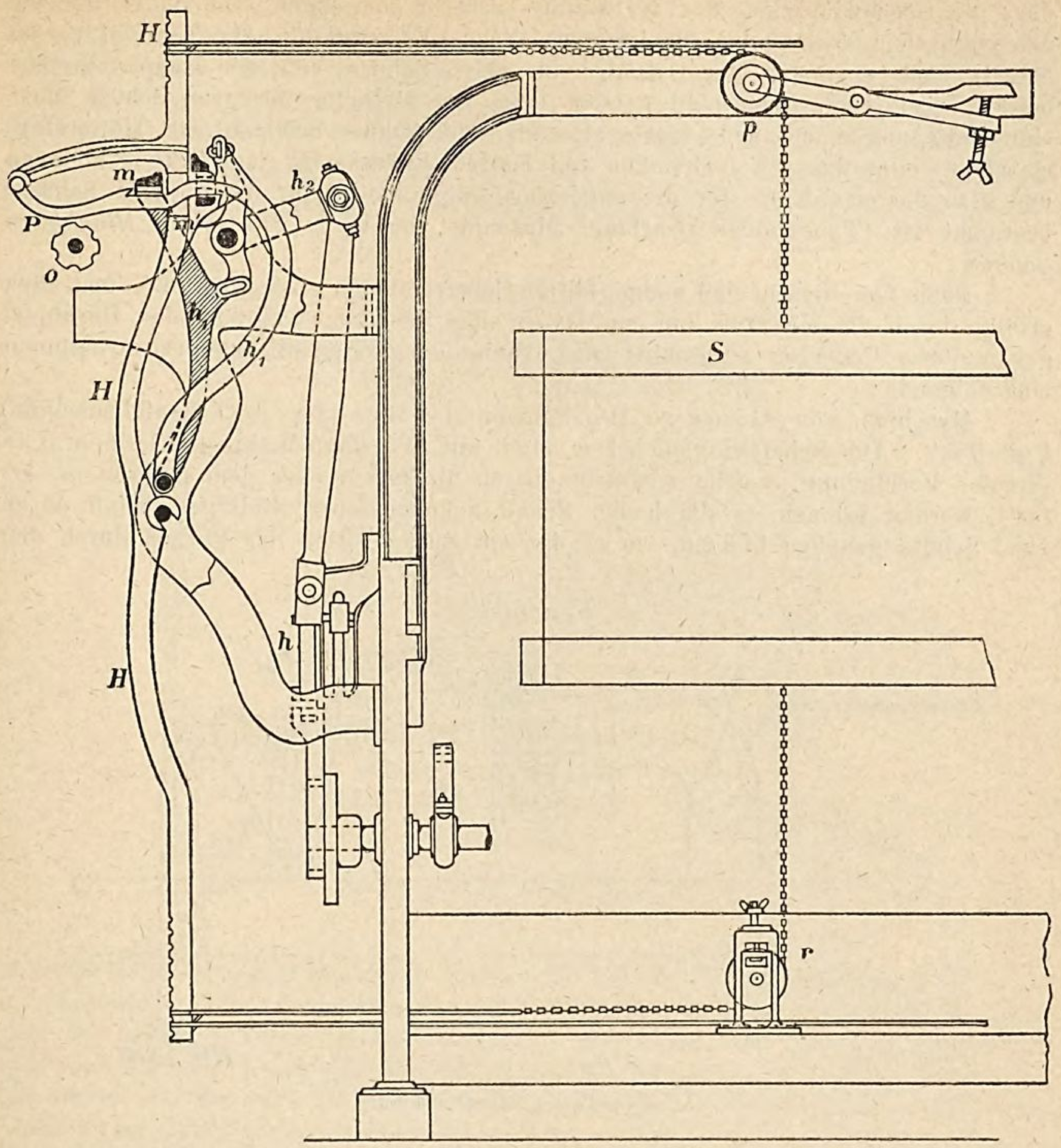
Die Schaft-Maschine nach System Crompton*) Fig. 5531. Mit dem Schafthebel H ist die Schaftplatine P beweglich verbunden. Ober und unter der Platine befinden sich die Messer $m\,m'$, welche von den Hebeln h_1, h_2 eine hin- und hergehende Bewegung erhalten, welche Bewegung von einem auf h wirkenden Excenter ausgeht.

Kommt nun die Platine P durch Hebung mit dem oberen Messer in Verbindung, so wird diese und dadurch der Schafthebel nach links mitgenommen und der Schaft gehoben. Bleibt P gesenkt, so wird sie mit dem unteren Messer m' in Verbindung gebracht und dadurch H nach einwärts gezogen, der Schaft gesenkt. Die Platinen liegen unmittelbar auf der Karte, welche aus einzelnen durch Glieder verbundenen, über O gehenden Stäbchen besteht, auf welche grosse und kleine Musterrollen aufgeschoben sind. Die kleinen für das Herabgehen, die grossen für das Hinaufgehen des Schaftes.

Der Cylinder O wird durch eine Gabel am Hebel h_1 ruckweise ($^1/_6$) gedreht. Die genaue sechstel Drehung wird durch eine Presse erzielt. Da die Schafthebel zwischen den beiden entgegengesetzt gehenden Messern sich befinden, so werden dieselben durch die Rücken der Messer bei jedem Hube zusammengeschoben, demnach also das Fach geschlossen (Geschlossenfachmaschine). Die Schäfte sind durch die Verschiebung der Rollenlage bei r verstellbar.

*) Wird von der sächsischen Maschinenfabrik vorm. Rich. Hartmann in Chemnitz und mit kleinen Unterschieden auch von der Grossenhainer Webstuhlfabrik, von der sächsischen Webstuhlfabrik vorm. L. Schönherr (bei ihrem Kurbelstuhl), von Otto Müller in Harzdorf bei Reichenberg und G. Crompton in Worcester, Mass. Amerika u. s. w., gebaut.

Fig. 5531.



Crompton Schaft- oder Trittmaschine.

Die Schaftmaschine von R. J. Gülcher in Biala wird sowohl für offenes wie auch für geschlossenes Fach gebaut. Die Platinen sind mit Zahnstangen versehen, welche in kleine Zahnbögen eingreifen. Mit diesen sind entweder excentrische Scheiben oder Zapfen verbunden, die wieder in Aussparungen der Schafthebel eingreifen. Durch die beiden entgegengesetzten Stellungen dieser Excenter wird der verticale Schafthebel gestellt und dadurch die Schäfte gehoben oder gesenkt.

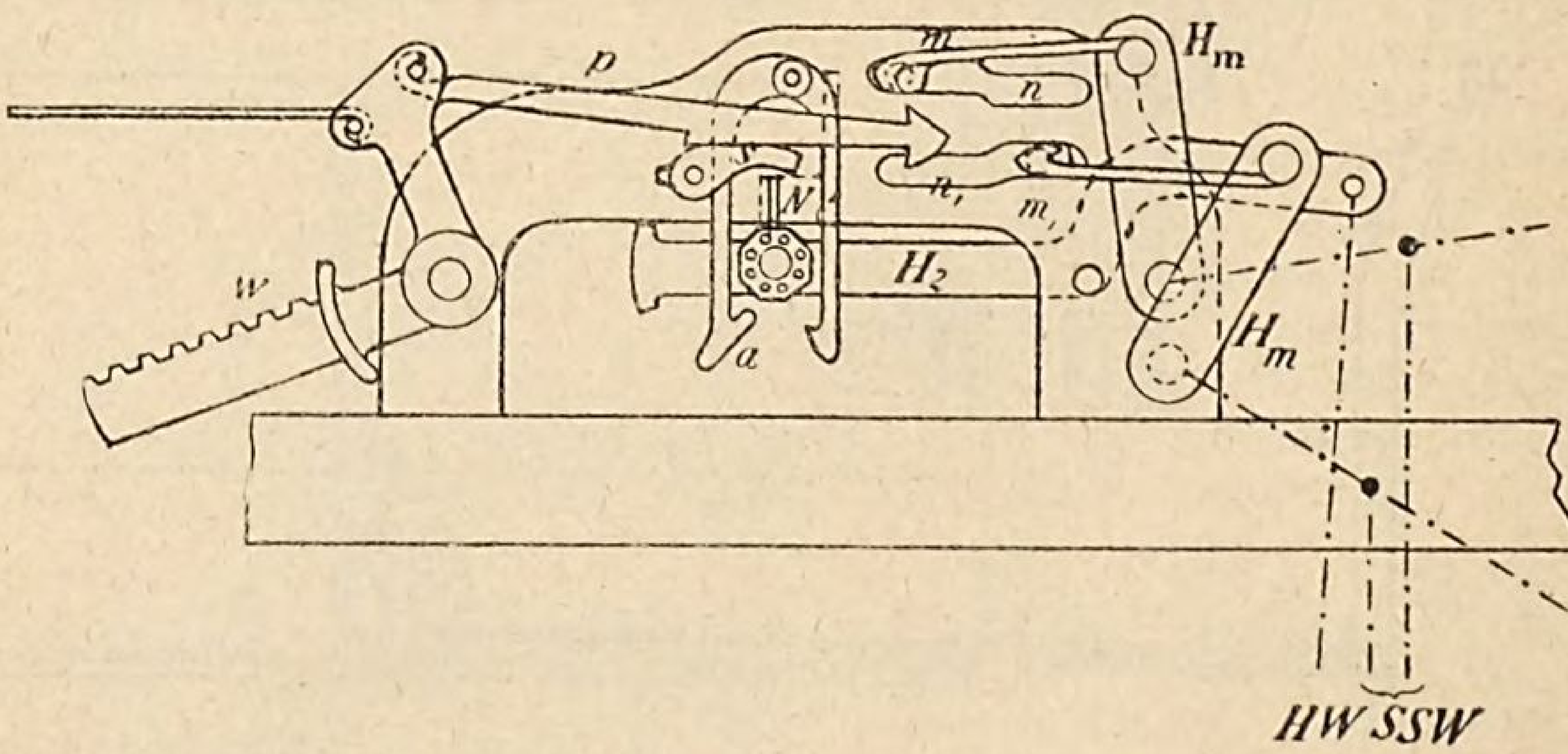
Die Schaftmaschine von Hutchinson und Hollingworth in Dobcross *(Dobcross dobby)* ist oben in der Mitte des Stuhles angeordnet. Sie besitzt verticale Platinen mit zwei Haken, die von Nadeln umgriffen sind. Die Platinen stehen mit Hebeln in Verbindung, an denen einerseits die Schäfte hängen, anderseits untere Hebel damit verbunden sind, die wieder mit den Schäften von unten aus zusammenhängen, so dass die letztere nach auf- und abwärts gezogen werden können. (Auf- und Niederzug-Maschine.) Die Platinen sind von zwei entgegengesetzt auf- und abwärts bewegten Messern eingeschlossen, welche die Platinen an den Haken erfassen. Das aufwärts gehende Messer hebt die Platinen, also auch den Schaft, das abwärts gehende drückt die Platine herab und zieht also auch den Schaft hinunter. Die Karte besteht aus Holzleisten mit Holzstiften und macht deshalb der Cylinder eine ruckweise drehende Bewegung, veranlasst durch ein Einzahnradgetriebe, sowie eine hin- und hergehende Bewegung. Ausser diesen gebräuchlichsten derartigen Anordnungen sind noch viele andere Constructionen vorhanden und theilweise in Gebrauch.

Die Doppelhubschaftmaschinen haben den wesentlichen Vortheil, dass die Geschwindigkeit des Webstuhles grösser sein kann. Sie finden nur bei den englischen Webstühlen für leichtere Waare Verwendung. Die Einrichtung ist derart, dass entweder der Cylinder für jeden Schuss von der Hauptwelle aus bewegt wird (Hodgsonmaschine) oder dass der Cylinder für zwei Schuss bloss eine Bewegung macht, jede Karte also für zwei Schuss bestimmt ist (Hattersleymaschine) oder dass zwei Cylinder und Karten abwechselnd zur Wirkung kommen und also die eine Karte für die ungeraden, die andere für die geraden Schüsse bestimmt ist (Tannwalder Maschine, Maschine von H. Livesey — *Blackburn dobby*).

Auch von diesen sind mannigfaltige Constructionen vorhanden. Bei fast allen erfolgt durch die Maschine nur ein Heben des Schaftes, während das Heruntergehen durch Federzug ausgeführt wird. Einige der gebräuchlichsten Constructionen sind folgende:

Maschine von George Hodgson in Bradford (Schaufelmaschine) Fig. 5532. Die Schaftwinkelhebel w sind mit den doppelhakigen Platinen p in directer Verbindung, welche von dem oberen Messer m oder dem unteren m_1 erfasst werden können, wodurch der Schaft gehoben wird. Soll der Schaft durch zwei Schuss gehoben bleiben, so erfolgt ein Zurückhalten der Platine durch den

Fig. 5532.



Hodgson'sche Schaftmaschine.

beweglichen Haken s, der in eine Nase an der unteren Seite der Platine eingreift. Die Platine liegt auf dem Haken s auf, der in Führung geht. Die Messer m und m_1 gehen mit ihren Zapfen in zwei Schlitzen n und n_1 des Gestelles und sind drehbar an den beiden Winkelhebeln H_m befestigt, welche durch Excenter auf der Schützenschlagwelle $S\,S\,W$ die entgegengesetzte hin- und hergehende Bewegung erhalten.

Der Cylinder ist am Hebel H_2 drehbar gelagert, welcher von der Hauptwelle $H\,W$ durch eine Kurbel oder Excenterscheibe in schwingende Bewegung, und zwar per Schuss die ganze Schwingung, versetzt wird. Der Cylinder mit Pappkarte wirkt direct auf die Nadeln N, die geführt mit ihren Köpfen auf die Haken s und dadurch auf die Platinen wirken. Die volle Karte hebt die Platine und bewirkt, wenn das obere Messer zur Wirkung kommt, die Schafthebung, wenn das untere zum Angriff kommt, jedoch ein Ausweichen der Platine vor dem Messer, daher der Schaft unten bleibt (falls er nicht schon gehoben war). Soll der Schaft auch beim nächsten Schuss gehoben werden, so muss die Karte voll sein, weil die Platine dann durch den Haken s zurückgehalten wird und mit dem gerade wirkenden Messer jedesmal in Verbindung gebracht wird, weil die Platine eine Mittelstellung hat, gerade dort, wo die beiden Schlitze sich nähern. Es ist deshalb bei der Bestimmung der Karte für diese Maschine stets darauf Rücksicht zu

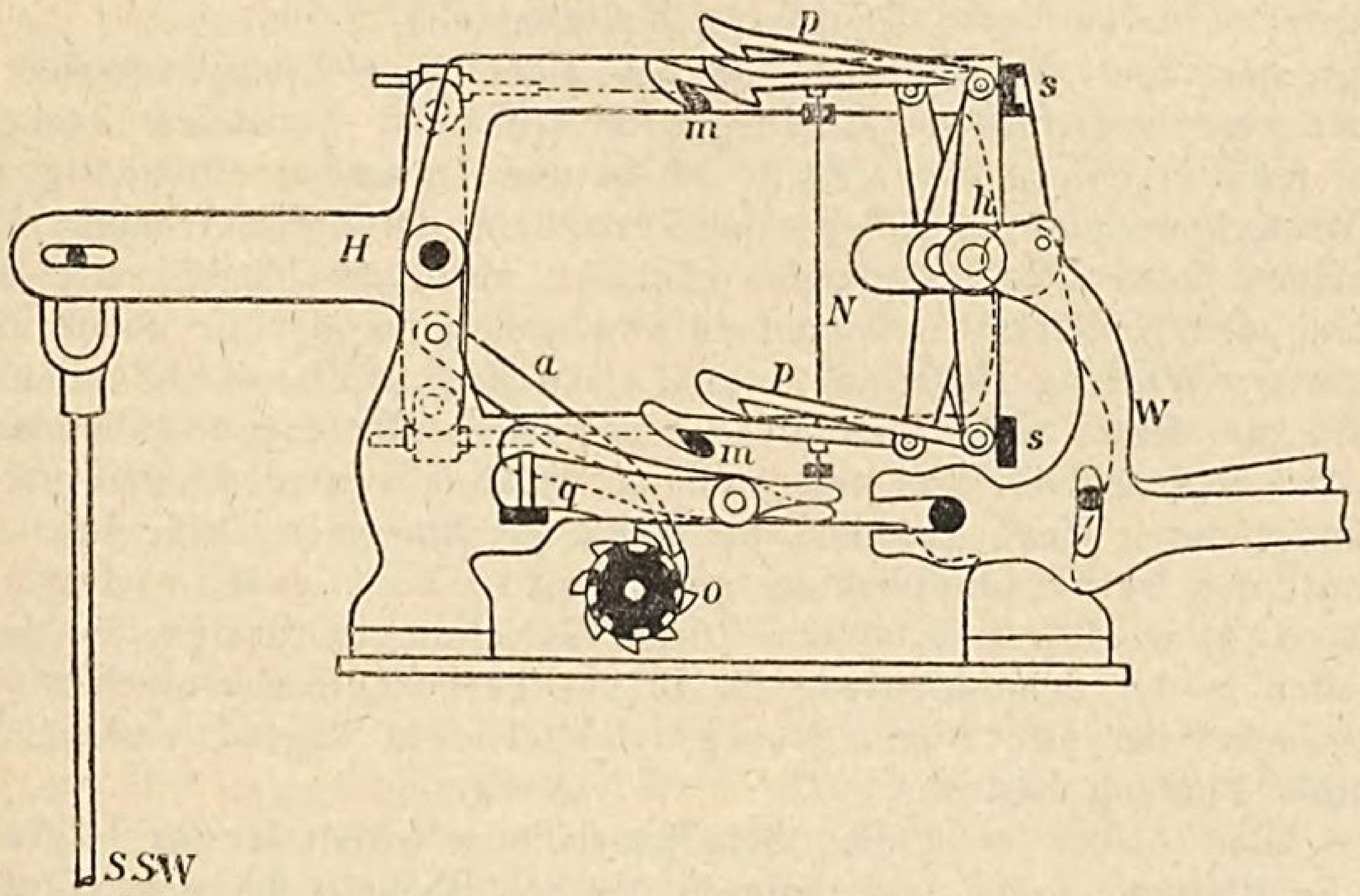
nehmen, welches Messer wirkt und ob der Schaft beim vorgehenden Schuss im Ober- oder Unterfach war.

Bei ungerader Schusszahl muss die Anzahl der Karten doppelt so gross genommen werden, damit die Karten stets mit demselben Messer zusammenkommen.

Die ruckweise Drehung des Cylinders wird durch einen Wendehaken *a* erzielt. Die Maschine ist ihrer einfachen Bauart wegen sehr viel in Verwendung.

Die Schaftmaschine von George Hattersley in Keighley Fig. 5533. Es sind hiebei für jeden Schaft 2 Platinen *p* angewendet, welche an einem zwei-

Fig. 5533.



Hattersley Schaftmaschine.

armigen Hebel *h* angeordnet sind, der wieder mit dem Schaftwinkelhebel *W* direct in Verbindung steht. Der Hebel *h* kann sich gegen die Schienen *s* stützen. Für jede der beiden Platinen ist eine Nadel *N* angebracht, auf deren 2 Köpfen die Platinen aufliegen. Unterhalb der einhakigen Platine gehen in geraden Führungen die Messer *m*, die von der Schützenschlagwelle *S S W* durch Kurbeln und einen dreiarmigen Hebel *H* entgegengesetzt bewegt werden.

Die Nadeln der Platinen stehen auf einer Hilfsplatine *q*, die unmittelbar am Cylinder *o* aufliegt. Wird das linke Ende von *q* gehoben, das rechte demnach mit der Nadel gesenkt, so ist die Platine ebenfalls gesenkt und wird von dem nach links gehenden Messer erfasst und gezogen, dadurch das eine Ende des Hebels *h* mitgenommen, während sich das andere Ende gegen die Schienen *s* stützt und mithin der in der Mitte angebrachte Schaftwinkelhebel und auch der Schaft gehoben. Das Umgekehrte erfolgt, wenn die Hilfsplatine links gesenkt wird, wodurch Nadel und Platine gehoben und aus dem Bereiche des Messers kommen, also den Schaft im Unterfache lassen. Die Karte besteht aus Holzleisten, in welche Holzknöpfe eingesteckt werden können, die nach Obigem die Schafthebung, die leeren Stellen aber die Schaftsenkung bewirken. Der Cylinder *o* wird durch den Sperrhaken *a* an *H* für je zwei Schuss um eine Karte gedreht, so dass die Karte für je 2 Schuss gilt. Es sind deshalb auf der Karte 2 Reihen versetzte Löcher zur Aufnahme der Holzknöpfe vorhanden, entsprechend den nebeneinanderliegenden 2 Hilfsplatinen für jeden Schaft. Auch hier ist die doppelte Kartenzahl für ungerade Schusszahlen nothwendig.

Diese Maschine ist mit einigen Abweichungen auch als Auf- und Niederzug-Maschine in kräftigerer Ausführung für schwerere Wollgewebe in Anwendung.

Die Maschine der Tannwalder Maschinenfabrik besitzt für jeden Schaft zwei Drahtplatinen; die Platinen sind in zwei Reihen gestellt, für jede ein Messer und ein Cylinder. An den Platinen sind die Arme von Doppelhebeln eingehängt, die am anderen Arme mit kleinen ineinander greifenden Zahnbögen versehen sind. An den Hebeln hängen die Schäfte. Die beiden Cylinder mit separater Karte sind in einem Rahmen gelagert, der abwechselnd für jeden Schuss hin- und hergeht. Die Cylinder sind durch Kegelräder und Welle mit einander verbunden und erhält einer die Drehbewegung durch Wendehaken und Laterne und zwar bei jedem zweiten Schuss. Die Karte ist aus Holzleisten, in welche Holzknöpfe gesteckt werden, die die Platinen vom Messer unmittelbar wegdrücken und dadurch das Untenbleiben des Schaftes bewirken. Der Antrieb der Messer, die sich in einer sogenannten Wage befinden, und ebenso durch entsprechende Verbindung mittelst Parallelogramm, die Hin- und Herbewegung des Cylinders, erfolgt durch eine Kurbel von der Schützenschlagwelle.

Weitere Anordnungen sind:

Die Schaftmaschinen von H. Livesey in Blackburn *(Blackburn dobby)*, von Hahlo und Liebreich in Manchester, Preissler in Grottau u. s. w.*)

Mitunter sind diese Maschinen mit einer Einrichtung versehen, derart, dass man zwei verschiedene Bindungen abwechselnd herstellen kann, die sogenannte *Handkerchiefmotion*. Es geschieht dies entweder selbstthätig durch eine eigene Musterkette oder in Folge einer Verstellung durch den Arbeiter. Es können auf derselben Karte beide Bindungen gesteckt, resp. geschlagen sein, und durch Verstellung des Nadelbrettes kommt entweder die eine oder die andere Abtheilung der Karte zur Wirkung (Maschine von Hahlo und Liebreich), oder es ist abwechselnd die Karte der einen oder der anderen Bindung eingebunden, und es wird, während durch die Maschine stets um 2 Zähne weitergeschaltet wird, einmal der Cylinder durch einen zweiten Sperhaken nur um einen Zahn geschaltet, wodurch statt der früher zur Wirkung gelangten 1., 3., 5. u. s. w. Karte, jetzt die 2., 4., 6. u. s. w. Karte arbeitet. Diese Einrichtungen dienen zur Herstellung von Streifen in der Schussrichtung (z. B. bei Tücheln, Taschentüchern u. s. w.). Es muss hiebei nur eine Bindung ebensoviel oder ein Vielfaches der Schussfaden der zweiten Bindung besitzen.

Bei allen bisher erwähnten Schaftmaschinen waren Messer in Anwendung, welche die Platinen hoben und dadurch die Schafthebung bewerkstelligten. Eine wesentlich andere Einrichtung zeigen die Schaftmaschinen von L. Knowles in Worcester, Mass. N. A.**) und von Georg Hogdson in Bradford.***), bei welchen entweder ausschliesslich Zahnräder oder Zahnräder und Zahnstangen, statt der Messer in Verwendung stehen.

Die Jacquardmaschinen sind, insoweit sie Einhubmaschinen (für Halbfach) sind, ganz in gleicher Weise gebaut wie die bei Handstühlen, nur dass auch hier der Hebel zur Hebung des Messerkastens seitwärts angeordnet ist und von einer Kurbel oder Excenter auf der Hauptwelle den Antrieb erhält.

Die Einhub-Jacquardmaschinen für die schmalen Webstühle sind häufig auch aus Eisen mit Drahtplatinen hergestellt, bieten aber sonst im Principe nichts Abweichendes.

Die Maschinen für Möbelstoffe, Teppiche sind meist Auf- und Niederzugmaschinen, bei denen der Platinenboden die abwärts gehende Bewegung macht.†) Sie haben zuweilen die Einrichtung, dass zwei separat gelagerte Cylinder vorhanden sind, einer oberhalb, der andere unterhalb des Nadelbrettes gelagert. Diese beiden Cylinder können abwechselnd eingeschaltet werden und hat jeder derselben eine Karte, so zwar, dass der eine zur Herstellung einer Bordüre, der andere für den Spiegel, z. B. einer Decke, bestimmt sein kann. Die Umschaltung der Cylinder wird dann durch eine angebrachte, von der letzten Karte jedes Cylinders beeinflusste Signalglocke angezeigt. August Fröbel in Chemnitz.††)

*) Siehe auch D. R. P. 17395 (Blank in Uster), 13717 (Anderson in Frista), 13760 (Miles u. Sowden), 15178 (Schramm in Schönfeld), 40667 (Kasten in Viersen), 41035 (Hoffmann in Neugersdorf) u. s. w. Oelsner, Deutsche Webeschule.

**) Amerikanisches Patent Nr. 233937, 1880.

***) Englisches Patent Nr. 7223, 1887.

†) D. R. P. 10269.

††) D. R. P. 43509, 1887.

Die Jacquardmaschinen für Velour- und Brüsselteppiche haben stets die Einrichtung, dass auch das Gallirbrett sich mithebt um einen halben Hub, wodurch alle von der Maschine nicht ausgehobenen Polfäden halb so hoch gehoben werden und man dadurch ein Doppelfach (2 Fache) erhält, welches gestattet, dass einerseits die Schütze für das Grundgewebe durchgehen kann, andererseits auch gleichzeitig die Nadel zur Herstellung der Sammtschlinge durchgeschoben werden kann, wodurch an Zeit gespart wird. Es sind deshalb die Gallirschnüre mit Knoten versehen.

Die Doppelhub-Jacquardmaschinen sind stets ganz von Eisen. Sie haben für jede Litzenpartie 2 Platinen, also doppelt so viel als die Zahl der Maschine besagt. Die Platinenschnüre der beiden zusammengehörigen Platinen sind verbunden mit den Hebern der betreffenden Litzenpartie. Beide Platinen sind an einer gemeinsamen Nadel angeordnet; für jede der beiden Platinengruppen sind die nothwendigen Messer in einem Messerkasten untergebracht. Letztere machen nun abwechselnd für jeden Schuss eine Auf- oder Herabbewegung, und zwar entgegengesetzt, so dass, wenn es das Muster bedingt, die Platine der einen oder der anderen Gruppe für die betreffenden Litzen von dem heraufgehenden Messer erfasst und gehoben wird. Die Messerkasten werden von der Schützenschlagwelle durch unter 180^0 stehende Kurbeln bewegt; der Cylinder von einer auf der Hauptwelle befindlichen Kurbel, daher derselbe per Schuss einen vollen Hin- und Hergang macht. Auch hier ist wie bei den Einhubmaschinen eine Vorrichtung, um den Cylinder von Hand aus bewegen zu können, damit man die Karte vor- und zurücknehmen kann (zum Schussuchen).

In einzelnen Fällen sind die Jacquardmaschinen und auch die Schaftmaschinen derart eingerichtet, dass man die hinteren Platinen mehr hebt, resp. senkt und dadurch ein Schrägfach erhält (Schrägfachmaschine).*)

Für gewisse Gewebe, z. B. Damast, werden auch Jacquard- und Schaftmaschinen (oder Excenteranordnung), u. z. letztere für das Vordergeschirr, verwendet. Weil man durch diese Einrichtungen ein Kreuzfach erhält, das die Kettenfäden stark beansprucht, so wendet man auch zur Vermeidung desselben besonders eingerichtete Jacquardmaschinen an, welche aber complicirt sind. (Sächsische Webstuhlfabrik von L. Schönherr in Chemnitz, Patent Günther.)**)

Eine andere Einrichtung ist die Damastmaschine von Tschörner und Wein in Käsmark***), bei welcher für jeden Faden (oder jeden zweiten bei symmetrischen Mustern) eine Platine aus Stahl angewendet ist und wobei mehrere Platinen an einer Nadel sind. Die Messer für jede Platinenreihe, ein oberes und ein unteres, können einzeln der Bindung entsprechend bewegt werden.

Schützenwechsel. Zur Vermeidung von Schussstreifen bei einfachem Schuss, sowie zur Herstellung von Geweben mit verschiedenem Schuss (Doppelgewebe mit Ober- und Unterschuss, gemusterte und carrirte Waare mit verschieden färbigem Schuss) ist es nothwendig, dass der Schuss in 2 oder mehr Schützen vertheilt ist. Es muss zu diesem Zwecke die Lade eine derartige Einrichtung haben, dass nicht nur sämmtliche Schützen in je einem Schützenkasten untergebracht werden können, sondern dass auch wenigstens ein Schützenkasten noch leer bleibt. Es muss ferner der betreffende Schütze mit seinem Kasten in die Ladenbahn eingestellt werden und in der gesetzmässigen Weise abgeschossen werden. Eine solche Einrichtung des Stuhles, wobei 2 oder mehr Schützenkästen auf einer oder beiden Seiten verstellbar angeordnet sind, heisst Schützenwechsel und die Lade Wechsellade.

Nach der constructiven Einrichtung unterscheidet man:

1. Die Schützenkästen sind nebeneinander und werden horizontal verschoben (Schiebelade). Diese Einrichtung wird bei den mechanischen Webstühlen nicht mehr angewendet.

*) D. R. P. 1516, 7140.
**) D. R. P. 18096, 1881.
***) Oesterreichs Wollen- u. Leinen-Industrie, Jahrg. 1888 pag. 623, D. R. P. 42447, 1887.

2. Die Schützenkästen sind übereinander angeordnet und werden nach der Anordnung der Ladenwelle von unten (Steiglade) oder von oben (Hebelade) gehoben. (Hub- oder Fallkästen).

3. Die Schützenkästen sind auf einem vollständigen oder einem Ausschnitte eines Cylinders angeordnet (Revolverlade, Ueberspringer, Schwinglade) und werden durch Drehung desselben verstellt.

Die Einrichtung der Lade kann hiebei sein:

I. Mit mehreren Schützenkästen auf einer Seite, während auf der zweiten sich ein einziger Schützenkasten befindet (einseitiger Schützenwechsel).

II. Mit mehreren Schützenkästen auf beiden Seiten (zweiseitiger Schützenwechsel) und zwar *a)* die beiden Kastenanordnungen sind untereinander verbunden und werden abhängig von einander bewegt (zweiseitig beschränkter Schützenwechsel). *b)* Die beiden Kastenanordnungen bewegen sich unabhängig in beliebiger Weise (zweiseitig beliebiger Schützenwechsel).

Die Art des Schützenlaufes kann hiebei sein:

A. Die Schützen machen 2 oder eine andere gerade Zahl von Schüssen und wechseln hierauf (entspricht I).

B Die Schützen machen eine beliebige Anzahl Schuss und wechseln nach diesen, wobei der Schütze entweder stets in denselben Kasten kommt (entspricht II *a*) oder die Schützen kehren erst nach einer Anzahl Schuss (Wechselrapport) wieder in dieselben Kasten zurück, während selbe sonst in anderen Kästen waren (entspricht II *b*).

Der Schützenwechsel wird mit 2 bis 11 Schützen seltener mehr ausgeführt. Es wird sich dies nach der Anzahl der Schützenkästen und der Art des Schützenwechsels richten.

Es ergibt sich:

I. Dass beim einseitigen Wechsel nur soviel Schützen genommen werden können, als Kasten auf der einen Seite sind.

II *a*) Beim zweiseitigen beschränkten Wechsel soviel Schützen, als auf je einer Seite sind (dagegen kann hier jeder Schütze auch nur einen Schuss machen).

II *b*) Beim zweiseitigen beliebigen Wechsel können bis um einen Schützen weniger angewendet werden, als zusammen Kästen sind, wobei jedoch bei der Maximalzahl gewisse Beschränkungen eintreten, weil auf der einen Seite stets ein leerer Schützenkasten sein muss.

Was die Ausführung der Schützenwechsel betrifft, so sind dieselben entweder rein zwangsläufig, d. h. die Kästen werden durch den Mechanismus in jede Stellung eingestellt und sind zumeist nur durch die Verstellung des Mechanismus selbst verstellbar (Hubkastenwechsel von Schwabe [Gülcher Webstuhl], von Hacking, Revolver- und Ueberspringerwechsel von Hogdson und von Hattersley) oder sie sind halbzwangsläufig, d. h. das Heben der Kästen erfolgt durch den Mechanismus, das Senken durch das Gewicht der einzelnen Theile selbst (Hubkastenwechsel von Schönherr, Hartmann, Zschille, Crompton u. s. w.).

Der Antrieb des Wechsels kann durch einen eigenen Mechanismus oder von der Schaft- oder Jacquardmaschine aus erfolgen.

Die Verstellung der Kästen erfolgt durch Wechselexcenter allein (Schönherr zweikastlich einseitig.*)

Durch Wechselexcenter mit Hebeln und Platinen (vierkastlicher Wechsel beiderseits von Schönherr,**) Hartmann,***) Grossenheiner Webstuhlfabrik†) u. s. w.

*) Oelsner, Tuch- u. Buckskinweberei, II. Bd.

**) wie bei *) und Buckskinkurbelstuhl der sächs. Webstuhlfabrik; D. R. P. Cl. 86. Nr. 15882, 19689.

***) wie bei *) und der Buckskinwebstuhl der sächs. Maschinenfabrik.

†) wie bei *) und der Buckskinwebstuhl der Grossenhainer Webstuhlfabrik; D. R. P. Cl. 86, Nr. 6216, 15886, 17683, 18521.

Durch Wechselkarten mit verschieden hohen Gliedern und Hebeln (Platt,[1]) Diggle-Livesey, John Leeming);[1]) durch Wechselkarten gleicher Art mit Hebeln und Excentern (Hutchinson und Hollingworth);[1])

mit Excentern und Kniehebeln (Gülcher — Schwabe);[2])

mit Platinen und Hebeln allein (Honneger,[3]) Escher-Wyss, Jäggli);

durch zwei in einander befindliche Kreisexcenter mit Hebeln (Hacking);

durch Platinen und Hebel mit Schalthaken, die auf ein Schaltrad wirken (Revolverwechsel[4]) von Hogdson und von Hattersley);

durch Platinen und Hebel mit doppelter Zahnstange, die auf ein Zahnrad wirkt (Ueberspringer[3]) von Hogdson und von Hattersley).

Bezüglich der näheren Einrichtung muss auf die betreffenden Patentschriften, sowie auf die angeführten Werke verwiesen werden.[5])

Bei den beliebigen Schützenwechseln muss noch eine Einrichtung an der Schlagvorrichtung sein, welche gestattet, dass von einer Seite mehrmals nach einander der Schützen abgeschossen werden kann (*pick and pick motion*). Diese Anordnungen sind derart, dass auf beiden Seiten die Schlagvorrichtung mit jedem Schuss bewegt wird und dass nur durch Auslösen eines Theiles das Schlagwerk der betreffenden Seite nicht auf den Treiber wirkt. Die Regulirung erfolgt entweder durch die an den Schützenkastenzungen anliegenden Fühler, die immer auf das Schlagwerk der anderen Seite wirken, oder durch eine eigene Karte, welche mittelst Hebel die Ausschaltung bewirkt. (Webstuhl für schwere Baumwollwaare von Otto Müller, Tuchwebstuhl von Hutchinson und Hollingworth.) Revolverstuhl von Hogdson, von Hattersley; Hubkastenstuhl von J. Leeming.[6])

Brochirladen finden gleichfalls bei mechanischen Webstühlen Verwendung. Die Einrichtung besteht zumeist darin, dass die kleine Schütze in einem Zahnrade mit $^3/_4$Kranz sich befindet und durch Drehung des letzteren (wie bei den Bandstühlen) durch das Theilfach gebracht wird. Zuweilen ist die Einrichtung wie bei den Bandstühlen. Während der Brochirschuss nach Senkung der Lade eingetragen wird, ist die Schützenschlagvorrichtung abgestellt. Diese Einrichtung ist nur an Webstühlen englischen Systems angebracht.

Schützen (*navette — shuttle*) für die mechanischen Webstühle haben stets eine gerade Form. Sie sind entweder ganz aus Holz mit Eisenspitzen, zuweilen mit Eisenarmirung oder ganz aus Eisen oder Stahl hergestellt. Sie können entweder mit ihrer unteren Fläche über die Schützenbahn, resp. Kettenfäden einfach gleiten, wie bei Baumwolle, Halbwolle, Jute, Leinen (Schleifschützen)[7]) oder sie haben Rollen, mit welchen sie über die Bahn rollen (Rollschützen bei schweren Wollgeweben). Die aus Leder oder Kautschuk hergestellten Rollen sind bei den Tuch- und Bukskinstühlen elastisch gelagert und sind der sicheren Bewegung wegen schräg gestellt.[8])

Die Spule, welche in den Schützen eingelegt wird, ist entweder auf der Schützenspindel oder Seele festsitzend (meist durch eine Feder gehalten) und geht der Faden von derselben in axialer Richtung ab (Schleifspule)[9]) oder die Spule sitzt lose auf und dreht sich, wenn der Faden senkrecht zur Achse abgeht (Rollspule) oder die Garnspule ist ohne Hülse und in den Schützen fest eingedrückt, der dann mit einem, durch eine Feder festgehaltenen Deckel versehen ist und geht der Faden aus dem Inneren der Spule ab (Schlauchspule). Die Schleif-

[1]) Mikolaschek, Bericht über die intern. Woll-Ausstellung, London 1881.
[2]) D. R. P. Cl. 86, Nr. 32033 1885.
[3]) Grothe, Spinnerei, Weberei u. s. w. auf den Ausstellungen.
[4]) Mikolaschek, Bericht über die intern. Woll-Ausstellung, London 1881 und D. R P. Cl. 86, Nr. 14354.
[5]) Ausserdem noch D. R. P. Cl. 86, Nr. 17331, 18073, 41091.
[6]) Siehe sonst die früher angegebenen Werke.
[7]) D. R. P. Cl. 86, Nr. 4009, 5401, 8878, 9041, 9837, 10271, 14023, 42942.
[8]) D. R. P. Cl. 86, Nr. 7563, 8781, 15619, 17300.
[9]) D. R. P. Cl. 86, Nr. 4380.

spule findet bei Baumwolle und Schafwolle, die Rollspule zumeist bei Seide und die Schlauchspule bei stärkeren Fäden (Baumwolle, Jute, Leinen) Verwendung.

Die Schützenspindel muss bei den Schleifspulen derart eingerichtet sein, dass die Spule festgehalten wird und ist deshalb zumeist mit einer Feder versehen, gewöhnlich auch die Schützenspindel zum Aufklappen eingerichtet. [1])

In einzelnen Fällen sind in den Schützen Vorrichtungen angebracht, welche das Straffhalten des Fadens besorgen, die dann als Drahtgestelle, bewegliche Walzen oder Bürsten ausgeführt sind (Schützen für Seidenwebstühle).

Bei Buckskinwebstühlen (mit Schützenwechsel) hat man häufig die Schusswächterschützen, die eine solche Einrichtung haben, dass der Stuhl bei abgerissenem Schussfaden durch die Einwirkung des Schützenwächters abgestellt wird. [2])

Die Bewegung der Schützen erfolgt durch die Schützenschlagvorrichtung frei durch das Fach. (Siehe Schützenschlagvorrichtungen bei den einzelnen Webstühlen und Schützenwechsel.) Bei dem Webstuhl von Lyall [3]) wird der Schützen durch eine Vorrichtung zwangsläufig durch das Fach bewegt.

Zum Einbringen des Schussfadens wendet man auch sog. Steckschützen [4]) (Honegger, Woodmann) an, wobei der Schützen oder der Schussfaden allein durch Arme durch das Fach durchgesteckt wird.

Die zur unmittelbaren Einwirkung auf den Schützen bestimmten Treiber *(tacot — picker)* sind zumeist aus lohgarem Leder hergestellt, zuweilen aus Kautschuk in einer Eisenhülse steckend. Die Form ist nach der Einrichtung der Schützenkästen verschieden. Derselbe geht entweder auf der Schützenkastenspindel oder in einer besonderen Führung im Kasten (siehe Schützenschlagvorrichtungen). [5])

Die Breithalter (*tempe — temple*) sind bei den mechanischen Webstühlen entweder (selten) als Spannstäbe, wie bei der Handweberei ausgeführt, oder sie sind als sog. selbstthätige Tempel in Verwendung, d. h. solche, welche durch Abziehen der Waare sich drehen und das Gewebe stets an derselben Stelle spannen. Sie sind entweder als Walzen mit Riffeln oder Spitzen (Walzenbreithalter), als Walzen mit excentrisch eingesetzten Rädchen mit Spitzen (Rädchenbreithalter) oder Scheiben mit Spitzen (Scheiben- oder Sonnenbreithalter) ausgeführt. [6])

Schützenfänger haben den Zweck, die herausfliegende Schütze aufzuhalten, damit durch dieselbe keine Beschädigung des Webers oder nebenstehender Personen erfolgt. Sie sind entweder als feste, seitwärts am Stuhle (Drahtgitter am Stuhl oder am Boden befestigt, oder aufgehängt) oder am Ladendeckel (als Schiene mit oder ohne Stifte, als Rost) angebracht, oder sie sind bewegliche und am Ladendeckel befestigt (aufklappbare, durch Federn gehaltene Schiene) oder sie sind gleichzeitig mit dem Stuhle aus- und einrückbar ausgeführt, sind am Ladendeckel als Rahmen befestigt und stehen durch Hebel und Stangen mit dem Ausrückhebel in Verbindung.

Die festen sichern nicht immer vollkommen oder stören theilweise beim Einziehen gerissener Fäden, während die beweglichen und die ausrückbaren sich mit der Zeit ausreiben und locker werden, wodurch selbe dann ebenfalls leicht versagen.

Die Schützenfänger sollen bei den schnellgehenden Stühlen stets angewendet werden, [7]) wenn die Schütze schwer und spitz ist.

[1]) Siehe die früher angegebenen Werke und Lembke, Mechan. Webstühle und dto. 1. Fortsetzung bezüglich der Ausführung der Schützen.

[2]) Siehe die früher angegebenen Werke über Buckskinwebstühle und D. R. P. Cl. 86, Nr. 2565, 7810, 11134, 11854, 14281, 16059, 16686, 17902, 18336, 19108.

[3]) Lembke, Mechan. Webstühle, Fortsetzung 1 und Grothe, Textil-Industrie auf den Ausstellungen.

[4]) Grothe, Textil-Industrie auf den Ausstellungen.

[5]) Lembke, mechan. Webstühle.

[6]) Lembke, mechan. Webstühle; Buckskinkurbelstuhl der sächs. Webstuhlfabrik; Buckskinwebstuhl der sächs. Maschinenfabrik.

[7]) Unfallverhütungsverein in M. Gladbach, Schützenfänger; Oesterreichs Wollen- und Leinen-Industrie Jahrg. 1887 pag. 77 und Fortsetzung; Jahrg. 1888 pag. 997; D. R. P. Cl. 86, Nr. 4892, 12381, 17326, 39403.

Literatur. Ausser den bereits im Texte und im Art. Weberei angeführten Werken: Lembke, mechanische Weberei (im Erscheinen begriffen); Uhland, Handbuch f. d. prakt. Masch.-Constr. Bd. III, 2. Abthl.; Voigt, Weberei; Schwarz, d. unterschläg. Webstuhl; Hojer, mechan. Techn. 2 Bd.; Brown, Construction of the power-looms; Watson, Art of weaving; Saladin, tissage mécanique; Dupont, tissage mécanique; Patentschriften d. deutsch. Reiches Cl. 86; sowie zahlreiche Artikel in den Textilzeitschriften: Oesterr. Wollen- und Leinen-Industrie; d. deutsche Wollengewerbe; Centralblatt für die Textil-Industrie; Monatsschrift für die Textil-Industrie; Textile Manufacturer, Textil Recorder; Dingler, polyt. Journal; Uhland, prakt. Maschinenconstructeur.

Bezüglich der Anlagen von Webereien siehe: Bau und Betriebsanlage von Spinnereien und Webereien; Uhland, Handbuch. *K. Mikolaschek.*

Weberglas *(compte-fils — cloth prover)*, Fadenzähler, ist eine Loupe, welche entweder in einem kleinen Gestelle auf drei Füssen so angebracht ist, dass sie sich durch Drehung mittelst eines Schraubengewindes einstellen lässt, oder es ist die Loupe in dem horizontalen oberen Schenkel eines Stückes von der Form [eingesetzt und der untere Schenkel besitzt eine quadratische Oeffnung bestimmten Masses, welche der Loupe gegenübersteht und auf das Gewebe beim Fadenzählen aufgesetzt wird. *Kk.*

Weberkamm, Riet *(lisse, peigne — reed, slay)*, s. Weberei pag. 455 Anmerkung.

Weberkarden, s. Karden IV pag. 664.

Weberschiff, Weberschütze *(navette — shuttle)*, s. Weberei pag. 456.

Weberzange, s. Noppzange VI pag. 374.

Webestuhl, s. Weberei pag. 455.

Websterit, Aluminit, Hallit, Min. Kleine nierförmige oder derbe Knollen von feinschuppiger oder feinerdiger Structur. Schneeweiss oder gelblichweiss, schimmernd oder matt, undurchsichtig, von feinerdigem Bruche, an der Zunge haftend, leicht zerreiblich. Härte = 1, spec. Gew. = 1·7. Ist ein wasserhaltiges basisches Aluminiumsulfat. Vork. Halle und in Morl bei Halle, in Newhaven, in Auteuil. *Gtl.*

Wechsel. Im Hochbau kommt bei Decken- und Dachconstructionen der Fall vor, dass ein Balken nicht bis zum eigentlichen Auflager geführt werden kann. Man muss dann den Balken durch ein Querholz (Wechsel) stützen, welches genügend befestigt werden kann. Die Verbindung des Balkens mit dem Wechsel geschieht meist durch Brustzapfen und Verklammerung. *Grhm.*

Wechsellade, Doppellade, s. Weberei pag. 549.

Wechselräder, s. Drehen II pag. 685, 686 und Indicator II pag. 696.

Wecker *(reveil — alarm, alarum)*, ist eine Uhr mit Läutewerk, welches bei einstellbarer Zeit abläuft. *E.*

Wedgewood, s. b. Thonwaarenfabrication, IX pag. 418.

Wegdornholz, s. Kreuzdornholz V pag. 132.

Weichblei, s b. Blei I pag. 583.

Weiche, Ausweiche, s. Eisenbahn III pag. 65.

Weiche, Weichprocess, s. b. Bier I pag. 465, s. a. Leder V pag. 330.

Weicheisenkies, s. m. Wasserkies, s. Markasit V pag. 751.

Weicheisenfloss, s. Weichfloss.

Weichenstrasse, s. Eisenbahn III pag. 66.

Weiches Porzellan (Weichporcellan), s. Thonwaarenfabrication IX pag. 430 und 433.

Weichfloss, luckiges Roheisen, s. II pag. 772.

Weichharze, s. b. Harz IV pag. 252.

Weichlöthen, s. Löthen V pag. 655.

Weichloth, Schnelloth, s. Löthen V pag. 654.

Weichmachen (*softening*), Glühen von Stahlplatten zwischen Eisenfeilspänen für Zwecke des Stahlstichs. *E.*

Weichmanganerz, s. m. Pyrolusit VII pag. 200.

Weichselbaum (*cerisier — commun cherry-tree*), Sauerkirschbaum (*Prunus cerasus*, *Cerasus vulgaris*). Das Holz dieses Baumes ist dem Kirschbaumholz sehr ähnlich und wird wie dieses verwendet, s. IV pag. 763. *E.*

Weichselrohr, s. Lucienholz V pag. 666.

Weichzerrennen, Frischen, s. Eisenerzeugung III pag. 24.

Weidenholz (*saule — willow*). Das Holz der Weide (*salix*) von weisser Farbe, aber sehr weich und wenig dauerhaft, weshalb es zu Holzwaaren wenig Anwendung findet, hingegen kann es zur Herstellung von Holzzeug (Holzschliff) verwendet werden. *E.*

Weidenrinde (*écorce d'osier — willow bark*). Unter diesem Sammelnamen finden die Rinden von jüngeren (2—3jährigen) Zweigen der verschiedenen Weidenarten, welche in Europa einheimisch sind, Verwerthung. Insbesondere sind es die weisse Weide, Silberweide *(Salix alba L.)*, die Bruch- oder Kugelweide *(Salix fragilis L.)*, die Purpurweide *(Salix purpurea L.)* und die dieser nahe stehende Weidenart *(Salix Helix W.)*, die Loorbeerweide oder fünfmännige Weide *(Salix pentandra L.)*, Russels Weide *(Salix Russeliana S.-M.)* und die gelbe Weide *(Salix vitellina L.)*, deren Zweigrinde im Frühjahre, wo sie sich leicht sammt dem Baste vom Splint trennen lässt, gesammelt und nach dem Trocknen in Verkehr gebracht wird. Die genannten Weidenarten sind theils baumartige Sträucher, theils ansehnliche Bäume aus der Familie der Salicineen, die fast nur den gemässigten und kälteren Zonen angehören und sich vornehmlich an feuchten Standorten an Fluss- oder Bachufern und an Teichen finden. Die Blätter sind mehr oder weniger lanzettlich, bald lang zugespitzt, bald mehr abgerundet, an der Basis oval oder verschmälert, am Rande sägezähnig, grün und entweder beiderseits glatt oder einseitig, zumeist unten, fein behaart und dort blassgrün, oder blau bereift erscheinend, die jüngeren Blättchen oft auch ganz behaart. Die Blattstiele meist kurz. Die Blüthen sind Kätzchen, die entweder vor den Blättern (*S. purpurea*) oder zugleich mit den Blättern (*S. Russeliana*) oder nach den Blättern (*S. alba*, *S. pentandra*) erscheinen. Die Zweige sind bald glänzend grün und glatt, bald gelblich-grün, bei *S. purpurea* im Herbste roth, bei einzelnen Arten sehr leicht abbrechend (*Salix fragilis* und *Salix Russeliana*), oder nicht abbrechend (*Salix alba*).

Die getrocknete Rinde bildet gerollte, $^1/_2$—1^{mm} dicke Stücke, die aussen graubraun, innen zimmtbraun gefärbt, eben und glatt sind, von im frischen Zustande schwach bittermandelähnlichem Geruche, im trockenen Zustande völlig geruchlos und von herbem, schwach bitterem Geschmack. Sie enthält Salicin (s. d. VII pag. 515), Gerbstoff, der Eisenoxydsalze grün färbt ($C_{21}H_{20}O_{10}$), eine grüne talgartige Substanz, Wachs, Harz, Gummi u. s. w.

Die Weidenrinde dient als Rohmateriale für die Gewinnung des Salicins, andererseits als Gerbemateriale. Früher wurde sie nicht selten als fieberwidriges Mittel, als Chinarindensurrogat verwendet. *Gtl.*

Weidenrindenbitter, Weidenbitter, s. m. Salicin VII pag. 515.

Weidenruthen (*verges d'osier — willow twigs*). Die Zweige der Weide (*salix*), welche zu Korbmacherarbeiten (V pag. 97) verwendet werden. *E.*

Weidenschwamm, d. i. der an alten Weidenbäumen zu zwei und mehreren oder auch einzeln sitzende, halbkreisförmige, oben gewölbte strunklose Pilz, oben weiss, mit zartem Filze bedeckt, unten röhrig, im Alter braun werdend, korkartig trocken, frisch von angenehmem Anisgeruche, der beim Trocknen verschwindet. Dieser, auch wohlriechender Löcherpilz (*Boletus suaveolens Pers.*) genannte, der Familie der Hymenomyceten angehörige Pilz wird nicht selten gleich dem Buchenlöcherpilz zu Zündschwamm verwendet, liefert aber ein ziemlich schlechtes Product. *Gtl.*

Weife (*dévidoir — reel*), s. Haspel IV pag. 257, X pag. 458.

Weifen (*dévidage — reeling*), Haspeln, Abhaspeln, s. Weberei pag. 458.

Weihrauch (*encens — incense*), Olibanum, Thus. Unter diesem Namen kommt das, zum Unterschiede von dem als „einheimischer Weihrauch" (Waldweihrauch) bezeichneten Harze einheimischer Nadelhölzer, auch echter oder indischer Weihrauch genannte Harz verschiedener Boswelliaarten, namentlich *Boswellia Carteri Birdw.*, *Boswellia serrata Stekh.* und *Boswellia papyrifera Hschst.*, Bäumen aus der Familie der Burseraceen in den Handel, die besonders im Somalilande (nordöstl. Afrika) einheimisch sind.

Soweit die bezüglichen Mittheilungen reichen, wird die Gewinnung des echten Weihrauchs durch in den Stamm der betreffenden Bäume gemachte Einschnitte und Einsammeln der durch Erhärtung des aus den Einschnitten hervorquellenden Milchsaftes sich bildenden Harzklümpchen betrieben.

Der so gewonnene Weihrauch stellt grössere oder kleinere verschieden geformte Körner oder aus solchen zusammengebackene Klumpen dar. Die einzelnen Körner sind hart und spröde, leicht zerreiblich, am Bruche bald eben, bald splittrig, matt. Die Farbe ist verschieden, bald gelblich oder röthlich, bald braun, wohl auch fast weiss, zum Theile grau, durchscheinend bis fast undurchsichtig. Die einzelnen Stücke sind oberflächlich meist von anhängendem Weihrauchstaube bedeckt, weisslich oder gelblich bestäubt, fühlen sich rauh an, erweichen in der Wärme und zeigen einen eigenthümlichen, angenehm harzig balsamischen Geruch und einen harzigen, zugleich etwas scharfen, bitterlichen Geschmack. Beim Erhitzen schmilzt der Weihrauch unvollkommen unter Aufblähen, stärker erhitzt, entzündet er sich und verbrennt mit einer hellen Flamme unter Verbreitung eines starken balsamischen Geruches. Mit Wasser liefert er eine milchig weisse Flüssigkeit, Alkohol löst ihn unter Hinterlassung eines gummiartigen Rückstandes.

Der Weihrauch ist ein eigenthümliches Gummiharz. Er enthält 72 Proc. eines Harzes, circa 21 Proc. Gummi und 7 Proc. eines ätherischen Oeles, welches wesentlich aus einem Kohlenwasserstoff $C_{10}H_{16}$ (Oliben) besteht. Das Gummi ist identisch mit Arabin. Bei der trockenen Destillation liefert er ein flüssiges Destillat, welches über 360° C. siedet und ein Gemenge von polymeren Terpenen mit sauerstoffhaltigen Körpern ist.

Im Handel unterscheidet man gegenwärtig zwei Sorten des Weihrauchs u. z.:

1. Den ausgelesenen Weihrauch (*olibanum electum*), welcher aus meist losen, erbsen- bis wallnuss-grossen, z. Thl. länglichen, z. Thl. rundlichen, unregelmässig geformten Körnern, wohl auch tropfsteinartigen Gebilden, von gelblicher, röthlicher oder bräunlicher Farbe besteht, die oberflächlich weiss bestäubt erscheinen und durchscheinend sind.

2. Den Weihrauch in Brocken (*olibanum in sortis*), welcher aus meist unregelmässigen, unreinen, dunkelfärbig braunen oder grauen, oft marmorirten Stücken oder grossen zusammengebackenen Klumpen besteht, meist undurchsichtig und sehr unrein, mit Holzstückchen, Erde, Steinchen u. dgl. vermengt ist.

Die in früherer Zeit gebräuchliche Eintheilung des Weihrauchs in arabischen, afrikanischen und ostindischen hat sich als falsch erwiesen, seit man weiss, dass weder Arabien noch Ostindien Weihrauch liefern.

Die Haupthandelsplätze für Weihrauch sind Aden und Bombay.

Der Weihrauch ist nicht selten mit gewöhnlichem Fichtenharz (Waldweihrauch) verfälscht. Man erkennt diese Fälschung leicht daran, dass die Stücke dieses viel leichter erweichen und in der Hitze vollkommen schmelzen, sowie dass sie, als reine Harzmasse in Alkohol vollkommen löslich sind.

Die hauptsächlichste Verwendung findet der echte Weihrauch als Räuchermittel, in welcher Eigenschaft er schon im Alterthume, bei den Chaldäern, Phöniciern und Juden, sowie später (nach den trojanischen Kriegen) auch bei den Griechen, zu Zwecken des religiösen Cultus im Gebrauche stand. Ausserdem fand er früher auch Anwendung als Arzeneimittel, sowohl zum innerlichen wie auch äusserlichen Gebrauche, und dient heute noch als Bestandtheil mancher Pflaster und Salben, sowie als Ingredienz für Räucherpulver und Räucheressenzen. Ueber den einheimischen, gemeinen oder Waldweihrauch, s. b. Fichtenharz III pag. 482. *Gtl.*

Wein (*vin* — *wine*). Unter Wein (lateinisch *vinum*, griechisch *oinos*, beides vom arabischen *vain*) versteht man im engsten Sinne des Wortes den gegohrenen, somit alkoholhaltigen Saft der Früchte des Weinstockes, der in Gestalt eines Getränkes als Genussmittel verwendet wird oder, bei minder strenger Auffassung des Begriffes, den nicht blos vergohrenen, sondern auch anderweitig veränderten („verbesserten") Fruchtsaft der Rebe. Zum Unterschied von letzterem wird daher auch häufig der blos durch Gährung gewonnene Wein als „Naturwein" bezeichnet. Unrichtigerweise werden aber auch häufig künstliche Erzeugnisse, die mit oder ohne Zuhilfenahme von Traubensaft hergestellt wurden und echtem Weine mehr oder weniger ähnlich sind, als Wein bezeichnet. Sie haben richtiger den Namen „künstlicher Wein" oder „Kunstwein" zu führen. Endlich führen im weitesten Sinne des Wortes alle, durch Gährung zuckerhaltiger Pflanzensäfte erzeugten alkoholischen Getränke den Namen Wein. Im Allgemeinen nennt man alle derartigen Weine „Fruchtweine" und macht durch eine Vorsilbe ihre Abstammung kenntlich, z. B. Aepfelwein, Heidelbeerwein, Palmwein u. s. w. Andererseits verwendet man aber auch das Wort Wein zur Bezeichnung der Weinpflanze, ihres Fruchtstandes und ihrer Frucht. Genauer und richtiger werden diese Begriffe jedoch mit den Worten Weinstock, Weinrebe oder Rebe, Weintraube oder Traube und Weinbeere bezeichnet.

1. Fertiger Wein (Eigenschaften). Die Eigenschaften des Weines sind ungemein wechselnd und hängen ab von der Rebenspielart, von welcher er abstammt, von der Lage und Güte des Bodens, auf welchem letztere erwuchs, von der Witterung und Pflege, welche auf sie einwirkte und von der Sorgfalt und dem Verfahren bei seiner Erzeugung.

Nach der Farbe trennt man die Weine in zwei Hauptgruppen: Weissweine und Rothweine (*vin bleu*). Der Unterschied zwischen diesen zwei Weingattungen liegt jedoch nicht nur in der Farbe sondern auch in vielen anderen Eigenschaften. Die Weissweine zeigen eine Farbe, welche vom hellsten Gelb durch Goldgelb bis in's Bräunliche spielen kann. Von den helleren Sorten zeigen viele einen Stich in's Grüne. Der Gerbstoffgehalt und die Menge der sog. Extractivstoffe ist bei Weissweinen in der Regel geringer als bei Rothweinen. In Folge des geringeren Gerbstoffgehaltes treten bei denselben feinere Unterschiede im Geschmack deutlicher hervor, weshalb sie meist zartere und edlere Weine sind. Die Farbe der Rothweine schwankt von Blassroth bis in's dunkelste Granatroth und Violettroth. Sehr dunkle Rothweine heissen auch schwarze Weine. (In Italien, Dalmatien, Spanien u. a. a. O. nennt man solchen Wein *vino tinto*, *vino nero*.) Sehr helle Rothweine heissen, namentlich in Steiermark, Schieler, Schilcher oder Schiller, blass rothe Bleichert. In Folge des meist hohen Gehaltes an Gerbstoff und Extractivstoffen haben die Rothweine einen mehr oder weniger herben Geschmack, der feinere Geschmacksunterschiede verdeckt.

Da somit Weiss- und Rothweine sich nicht blos durch die Farbe unterscheiden, so kann man einen echten Rothwein niemals durch Färben von Weisswein erhalten. Die Rothweine sind als einfache Tischweine, somit zum Massenverbrauch, beliebter als die Weissweine. Erzeugung und Verbrauch derselben, sowie ihre Bedeutung ist im Steigen begriffen. Dagegen findet man wieder unter den Weissweinen besonders viele feine Sorten, d. h. solche von besonders auserlesenem Geruch und Geschmack. Ein Uebergang zwischen Roth- und Weissweinen findet nicht statt.

Noch mannigfaltiger als die Farbe ist der Geschmack und Geruch eines Weines. Diese beiden Eigenschaften sind die geschätztesten und wichtigsten; sie bedingen es, dass der Wein als Genussmittel dem vergohrenen Safte anderer Früchte vorgezogen wird. Durch hochgradige Feinheit und Auserlesenheit des Geschmackes und Geruches eines Weines kann sein Preis auf das zehn- bis zwanzigfache des Preises eines gewöhnlichen Weines steigen und es ist daher begreiflich, dass man diesen beiden Eigenschaften eine besonders grosse Aufmerksamkeit geschenkt und viele Ausdrücke zur näheren Bezeichnung derselben ersonnen hat. Der Geschmack des Weines wird einerseits durch jene Stoffe hervorgerufen, welche die Hauptmasse desselben ausmachen, wie Alkohol, Säuren, Gerbstoffe, Zucker, andererseits durch Stoffe beeinflusst, welche nur in kleiner Menge vorkommen und einen Nebengeschmack erzeugen, der entweder einer ganzen Gruppe von Weinen oder nur einem besonderen Weine eigen ist und im letzteren Falle auch fremdartiger Natur sein kann. Hiernach kann man den Haupt- oder allgemeinen Weingeschmack und den Neben- oder besonderen Weingeschmack unterscheiden. Ersterer kann süss, süssauer, sauer, herbe, mild, alkoholisch, feurig, schal u. s. w. sein. Sind die im Weine vorkommenden, ihm eigenthümlichen Extractivstoffe in demselben in grösserer Menge vorhanden, der Wein also verhältnissmässig wasserarm, so spricht man demselben einen vollen Geschmack, Vollgeschmack, Körper oder Vollmündigkeit zu. Der Nebengeschmack oder besondere Weingeschmack kann sehr mannigfacher Natur sein und herrscht auf diesem Gebiete bezüglich der Bezeichnung nicht völlige Klarheit und Uebereinstimmung, welcher Zustand noch dadurch verschlimmert wird, dass man die Geschmacks- und Geruchsempfindungen nicht immer hinreichend scharf auseinanderhält. Im Allgemeinen bezeichnet man den besonderen Weingeschmack in Verbindung mit dem besonderen Weingeruch, soferne beide nicht unangenehm und fremdartig sind als Blume oder Bouquet und verbindet mit diesem Begriff immer den einer feinen, angenehmen Geruchs- und Geschmacksempfindung. Häufig wird jedoch auch das Wort Blume blos für Bezeichnung des erwähnten Geruches, das Wort Bouquet für Bezeichnung des besonderen Geschmacks eines Weines gebraucht. Dagegen nennt man alle unangenehmen und fremdartigen Geruchs- und Geschmacksempfindungen krankhaft. In diesem Sinne spricht man von Keller-, Schimmel-, Erd-, Mäuselgeschmack, von Schimmel-, Kraut-, Fass-, Cognacgeruch, von Essigstich oder Stich (Vorwalten der Essigsäure) u. s. w. Von der Blume oder dem Bouquet wird nun wieder unterschieden: 1. das Aroma, 2. das Bouquet im Besonderen, 3. der Traubensortengeschmack und -Geruch und 4. die Blume der Edelfäule oder das Sherry-Bouquet. Das Aroma ist schon in der Traube selbst vorhanden und übergeht aus dieser unverändert in den Wein. Es wird durch die Anwesenheit von Körpern bedingt, welche die Natur eines ätherischen Oeles haben und sich sowohl den Trauben wie dem Weine durch Aether entziehen lassen. Nur dann, wenn die Menge dieser Stoffe eine so grosse ist, dass sie leicht wahrgenommen werden, spricht man von Aroma. Dasselbe kommt nur einigen wenigen Trauben- und Weinsorten zu, z. B. dem Muskateller und Gewürztraminer. Das Bouquet (im engeren Sinne) dagegen kann in jedem Weine vorkommen. Es ist in den Trauben noch nicht als solches vorhanden, sondern entsteht erst bei der Gährung aus unbekannten, sog. bouquetbildenden Stoffen. Diese lassen sich nicht durch Aether den Trauben entziehen und kommen in allen Theilen des Weinstockes vor. Müller-Thurgau konnte durch Gäh-

rung von Zuckerwasser mit Blättern der Rieslingrebe eine Flüssigkeit mit starkem Rieslingbouquet erhalten. Das Bouquet wird somit durch Körper hervorgerufen, welche zur Gruppe der Fermentole zu zählen sind (s. d. III pag. 411). Als Traubensortengeschmack und -Geruch bezeichnet man jenen Theil des besonderen Weingeschmackes oder Geruches, welcher es ermöglicht, einen Rückschluss auf die Traubensorte zu machen, von welcher der Wein abstammt. Er kommt in jedem Weine vor und dürfte vielleicht durch eine besondere Mischung der „Bouquetstoffe", möglicherweise auch noch durch sehr kleine Mengen von „Aroma" zu Stande kommen. Als „Sherry-Bouquet" endlich bezeichnet Müller-Thurgau jenes besondere Bouquet, welches sich bei der Edelfäule (s. später) bildet. Es ist unabhängig von der Traubensorte und fällt auch bei verschiedenen Traubensorten stets gleich aus. Seine Entstehung verdankt es wahrscheinlich einer Oxydation, die durch das Absterben der Beerenhaut bei der Edelfäule bedeutend begünstigt wird. Nach Babo wird das Bouquet der Edelfäule auch durch das Erfrieren der Beeren hervorgebracht, wobei offenbar ebenfalls das Absterben der Beerenhaut mit im Spiele ist. (Näheres über das Weinbouquet siehe bei: Babo, Weinlaube, Bd. 13 pag. 3; Neubauer, Chem. Untersuch. üb. d. Reif d. Traub., Ann. d. Oenol. Bd. 5 pag. 364; Müller-Thurgau, Ueber d. aromat. u. bouquetgebend. Stoffe im Weinstocke, Berichte d. königl. Lehranstalt in Geisenhein 1883—1884 pag. 53; derselbe, die Edelfäule der Trauben, Landwirthsch. Jahrbücher 1888 pag. 150.)

Ausser dem eben behandelten besonderen Weingeruche unterscheidet man auch noch (wie beim Weingeschmacke) einen allgemeinen Weingeruch, welcher jedem Weine zukommt und vorzugsweise durch den Alkohol und durch den Oenanthäther des Weines hervorgerufen wird. Bei bouquetreichen Weinen kann dieser Geruch jedoch durch die besonderen Weingerüche fast völlig verdeckt werden. In verschiedenem Alter ist der Geschmack und Geruch des Weines sehr verschieden. Bei jungen Weinen werden beide als „grün" bezeichnet, bei alten Weinen spricht man von Altel-, Alter- oder Firngeschmack und eben solchem Geruch. Sehr alte Weine schmecken arzneiartig, sauer und dünn und haben ein stark entwickeltes Bouquet. Man nennt derartigen Wein gezehrter Wein, firner Wein, knochiger Wein, Sperr. Ein Wein, dessen Geruch und Geschmack eine derartige Beschaffenheit zeigt, dass keine der Theilempfindungen, aus welchen sich die Gesammtempfindung zusammensetzt, besonders („vorlaut") hervortritt, heisst harmonisch. Man hat mehrfach versucht jenes Mengenverhältniss der einzelnen Weinbestandtheile, welches dieser Harmonie entspricht, zu ermitteln und durch Zahlen auszudrücken. Diese Bemühungen sind jedoch bisher erfolglos geblieben, da gerade die werthvollsten und wirksamsten Geschmacks- und Geruchsstoffe sich der genauen Untersuchung und Bestimmung entzogen haben. Um den Geschmack des Weins genau beurtheilen zu können, ist es erforderlich, denselben längere Zeit mit Zunge und Gaumen in Berührung zu lassen. Den Geruch kann man am besten wahrnehmen, wenn man in ein frisch entleertes Weingefäss riecht.

Die verschiedenen Weine zeigen einen sehr verschiedenen Grad der Flüssigkeit. Leichte Weine sind in der Regel dünnflüssig, schwere dickflüssig. Zähflüssige, fadenziehende oder schleimige Beschaffenheit kommt nur bei kranken Weinen vor. Bei dickflüssigen Weinen spricht man vom Fett oder Schmalz des Weines, da derselbe beim Herabfliessen an den Wandungen eines Glases (sog. „ölige") Streifen zeigt. Das specifische Gewicht der Weine schwankt in der Regel zwischen den Grenzen 0·980—1·098. Ausnahmsweise kann es jedoch bis zu 0·893 fallen, oder bis zu 1·537 steigen (Malaga). Es steht übrigens weder zur Güte noch zum Werthe des Weines in irgend einer Beziehung.

Chemische Zusammensetzung. Der Wein enthält: Wasser, Alkohol, organische Säuren u. zw. z. Thl. frei, z. Thl. an Alkalien gebunden, Glycerin, ein Glycol, gummi- und eiweissartige Körper, in vielen Fällen auch unvergohrenen Zucker, ferner Inosit, Farbstoffe, Bouquetstoffe, in manchen Fällen auch ätherische Oele, weiters kleine Mengen von fettem Oel, Quercitrin, Quercetin, angeblich auch ein Alkaloid, das sog. Gährungsalkaloid und endlich anorganische Bestandtheile.

Das Wasser bildet stets die Hauptmasse des Weines. Der Alkohol ist grösstentheils Aethylalkohol, zu einem sehr kleinen Theil auch Amylalkohol. Von

den organischen Säuren ist Weinsäure stets in grösster Menge vorhanden und zwar immer der Hauptmasse nach als saueres Kaliumsalz (Weinstein). Nur eine sehr kleine Menge derselben ist im freien Zustande vorhanden. Die freie Säure im Wein besteht hauptsächlich aus Aepfelsäure (Kayser, Ber. d. d. chem. Ges. Bd. 14 pag. 2308). Ausser diesen zwei Säuren kommen im Weine noch vor: Bernsteinsäure, Citronensäure, Traubensäure, Essigsäure, Gerbsäuren. Von diesen entsteht die Bernsteinsäure bei der Alkoholgährung, die Essigsäure bei einer nebenher verlaufenden Essiggährung. Das Glycerin entstammt gleichfalls der Alkoholgährung. Henninger fand in einem Bordeaux-Wein 0·02 Proc. eines Glycols, das er für Isobutylglycol $(C_4H_{10}O_2)$ hält. (Compt. rend. Bd. 95 pag. 94.) Der Zucker ist, wenn vorhanden, stets ein Gemenge von Dextrose und Lävulose, in welchem letztere vorherrscht. Die Hauptmasse der anorganischen Bestandtheile ist Kalium und Phosphorsäure. Ausserdem ist vorhanden: Natrium, mitunter auch Lithium, dann Calcium, Magnesium, Aluminium, Mangan (Maumené, Compt. rend. Bd. 98 pag. 1056), Eisen, Schwefelsäure, Chlor, Kieselsäure, Kohlensäure. Die Kohlensäure ist in den meisten Weinen nur in geringer Menge, u. z. im aufgelösten Zustande vorhanden. Jungweine und namentlich Schaumweine enthalten jedoch reichliche Mengen von derselben.

Eine ungefähre Vorstellung von dem Mengenverhältnis der wichtigsten Weinbestandtheile geben folgende, von Rösler angegebenen Mittelzahlen: Wasser 87·0 Proc., Alkohol 10·0 Proc., Extractivstoffe 0·58 Proc., Weinstein 0·65 Proc., Weinsäure 0·50 Proc., Essigsäure 0·07 Proc., Gerbsäure 0·15 Proc., Bernsteinsäure 0·12 Proc., Glycerin 0·60 Proc., Albumin 0·10 Proc., Zucker 0·20 Proc., Asche 0·25 Proc. Die Asche enthält etwa 55·0 Proc. Kaliumcarbonat, 15·0 Proc. Phosphorsäure, 3·0 Proc. Kalk. Als Extractivstoffe sind hier die in sehr geringer Menge vorkommenden, nicht flüchtigen, nicht näher aufgeführten Stoffe zusammengefasst. Jene nicht flüchtigen Bestandtheile des Weines, welche man durch Eindampfen desselben und Trocknen bei 100° erhält, nennt man „Extract". Bisweilen bezieht man die Aschenbestandtheile nicht mit in den Extract, sondern zählt dieselben besonders auf.

Der Gerbstoff des Rothweines, das Oenotannin, wurde von Gautier dargestellt (Bull. d. l. Société chim. Bd. 27 pag. 496). Man erhält ihn, indem man Rothwein durch Neutralisiren mit Soda und Fällen mit Ammoniumchlorid vom Farbstoff befreit, das Filtrat mit Kupfercarbonat behandelt und den Niederschlag mit Schwefelwasserstoff zerlegt. Das Oenotannin bildet farblose, krystallinische Häutchen, ist löslich in Wasser, Alkohol und Aether und gibt mit Eisenchlorid einen flaschengrünen Niederschlag. Es wird von Leimlösung nur unvollständig gefällt, reducirt nicht Fehling'sche Lösung, dagegen heisse, ammoniakalische Silberlösung. An feuchter Luft übergeht es rasch in einen rosenrothen, unlöslichen Körper, der vielleicht der Rothweinfarbstoff ist und der sich weiter in einen braunen Körper verwandelt. Gautier hat sich bemüht nachzuweisen, dass der Rothweinfarbstoff thatsächlich aus dem Oenotannin entsteht. F. Jean nennt die durch Hautpulver fällbare Gerbsäure des Weines Oenotannin, die hierdurch nicht fällbare Onogallussäure (Compt. rend. Bd. 94 pag. 735).

Ueber die Farbstoffe des Weines ist man noch nicht völlig aufgeklärt. Die Farbe des Weissweines entsteht erst in dem Masse, als der Most und der Wein mit Luft in Berührung kommt und verdankt somit wahrscheinlich der Oxydation eines farblosen Körpers seine Entstehung. Mulder war der Ansicht, dass hiebei eine Gerbsäure und noch ein zweiter Körper, ein „Extractivstoff" betheiligt sei und unterschied hiernach auch zwei verschiedene Farbstoffe, während man gegenwärtig nach dem Vorgange von Bersch wohl allgemein nur einen, aus Gerbsäure entstandenen Farbstoff annimmt, ohne sich hiebei jedoch auf genauere Untersuchungen stützen zu können. Zweifelsohne wird auch das im Weine vorkommende Quercitrin und Quercetin einen Antheil an der Farbe des Weissweines haben und Weissweine mit grünlichem Stich dürften diesen vielleicht einem geringen Gehalte an Chlorophyllfarbstoff verdanken. Auch über die Farbstoffe des Rothweines sind unsere Kenntnisse noch sehr unsicher. Batillart nahm im Rothweine zwei Farbstoffe an, die er Rosit und Purprit nannte. (Traité sur les vins de la France 1848 pag. 73.) Ersterer soll in Alkohol löslich, letzterer darin unlöslich sein. Später nahm Mulder für alle Rothweine blos einen Farbstoff an, den er darstellte und beschrieb ohne ihn zu benennen (Chemie des Weines 1856). Maumené gab dann einem von ihm erhaltenen und dem Mulder'schen gleich gehaltenen Farbstoff den Namen „Oenocyanin". Erst Glénard stellte jedoch eine Formel für einen Rothweinfarbstoff auf und nannte denselben „Oenolin". (Jahresber. üb. d. Fortschr. d. Chem. v. Fittica 1858 pag. 476.) Gautier endlich stellt auf Grund seiner Untersuchungen

die Behauptung auf, dass jede Traubensorte einen oder mehrere ihr eigene Farbstoffe enthalte. Alle Rothweinfarbstoffe sollen Säuren der aromatischen Reihe sein, einander sehr nahe stehen und im Weine als Eisensalze vorkommen. Ihr von Gautier gemuthmasster Zusammenhang mit den Gerbsäuren wurde bei diesen erwähnt. (Compt. rend. Bd. 86 pag. 1507.) Gautier stellt aus den untersuchten Farbstoffen folgende Reihe zusammen. Glénard's Oenolin aus Gamay-Trauben $C_{20}H_{20}O_{10}$; Gautier's Farbstoffe: u. z. aus Carignane-Trauben $C_{21}H_{20}O_{10}$; aus Grenache-Trauben $C_{23}H_{22}O_{10}$. Ausserdem erhielt Gautier aus Carignane-Trauben noch einen Farbstoff von der Formel $C_{63}H_{60}FeN_2O_{30}$. Die eisenfreien Farbstoffe erhält man, indem man die Hülsen der betreffenden Trauben mit Alkohol auszieht, die Lösung mit Bleizucker fällt, den Niederschlag, nach dem Trocknen bei 60°, mit salzsäurehaltigem Aether behandelt, und aus dem Rückstande den freien Farbstoff durch Alkohol auszieht. Diese Farbstoffe sind violettrothe Pulver, welche in Wasser und Aether unlöslich, in Alkohol mit karminrother Farbe löslich sind. Beim Schmelzen mit Kali liefern sie „Oenoglucin“ $C_6H_6O_3$, ein dem Phloroglucin isomeres Phenol. Den eisenhaltigen Farbstoff erhält man durch Neutralisiren von Wein mit Soda und Fällen mit Kochsalz als indigblaues Pulver, in welchem das Eisen als Oxydull enthalten ist und aus welchem man durch Behandeln mit salzsäurehaltigem Aether die freie, rothgefärbte Säure erhalten kann. Im Allgemeinen sind die Weinfarbstoffe im Weine umso mehr löslich je höher die Temperatur ist, je mehr derselbe Alkohol und Weinsäure und je weniger er Zucker enthält (Ganter, Bull. de la Société chim. 1884). Durch Alkalien werden sie grün gefärbt. Ein kleiner Ueberschuss bewirkt Zersetzung unter Bräunung. Mit Metallsalzen geben sie Lacke. Durch Erhitzen mit conc. Salzsäure werden sie gefällt (Terreil, Bull. d. l. Société chim. 1887). Von verschiedenen Seiten wurde die Gleichheit des „Rothweinfarbstoffes“ mit dem Farbstoffe der Heidelbeeren behauptet (z. B. Andree, Arch. d. Pharm. Bd. 14 pag. 90; Gänze, ebendas. 161). Dieselbe ist jedoch nicht sichergestellt. Da Maumené die Verschiedenheit der Rothweinfarbstoffe als sehr fraglich hingestellt hat (Compt. rend. Bd. 87 pag. 64), so benützt man sehr häufig die Namen Oenocyanin und Oenolin als gleichbedeutend und zur Bezeichnung des Rothweinfarbstoffes im Allgemeinen. Mach und Portele haben den Farbstoffgehalt verschiedener Rothweine mit einer Fuchsinlösung von 0·1 Gr. Fuchsin im Liter als Einheit verglichen und denselben bei 8 Weinsorten zwischen 1·15 bis 5·80 gefunden (Jahrb. f. Agricultchem. 1883.)

Vom Fett des Weines wird einerseits behauptet, dass es bei der Gährung zersetzt werde, andererseits, dass es hiebei erst entstehe. Durch P. Kulisch wurde nachgewiesen, dass thatsächlich Fett im Weine vorkommt und zwar in Rothweinen mehr als in Weissweinen. Es besteht aus den Glyceriden der Myristin- und Oelsäure und dürfte wahrscheinlich erst bei der Gährung entstehen. Die im Fett der Traubenkerne vorkommende Erucasäure ist im Weinfett nicht enthalten. In einem Moselwein wurde 0·0494 Gr., in einem Geisenheimer Rothwein 0·104 Gr. Fett im Liter gefunden (Weinbau und Weinhandel 1886, Pharm. Centralh. 1886 pag. 244).

Ueber die Riechstoffe des Weines ist man noch sehr im Unklaren. Der allgemeine Weingeruch wird grösstentheils durch den Oenanthäther bewirkt. Derselbe wurde zuerst von Liebig und Pelouze (1836) aus dem Wein dargestellt und wird gegenwärtig im Grossen aus dem Weingeläger (Drusen) sowie aus den Trestern gewonnen, in den Handel gebracht und zur Herstellung von künstlichem Cognac, sowie zur Weinverbesserung benützt. Er führt im Handel die Namen Weinöl, Cognacöl, Drusenöl oder Weinfuselöl. Dieses Weinöl hat einen unangenehmen, betäubenden Geruch und scharfen Geschmack. Bei sehr starker Verdünnung mit Alkohol wird der Geruch jedoch angenehm weinartig. Es siedet bei 225°—230° C. und besteht aus einem Gemenge von Estern, welches viel Caprinsäure, etwas Caprylsäure und sehr wenig Buttersäure, grösstentheils gebunden an Isoamylalkohol und theilweise an Aethylalkohol enthält. Ein kleiner Theil der Säuren ist auch im freien Zustande vorhanden (Fischer, Lieb. Annal. Bd. 118 pag. 307; Grimm, ebendas. Bd. 157 pag. 264). Das aus Weintrestern gewonnene Weinfuselöl soll wesentlich anders zusammengesetzt sein und Propylalkohol, Hexylalkohol und höhere Homologe enthalten (Chancel, Jahrber. üb. d. Fortschr. d. Chem. v. Fittica 1853 pag. 503; Faget, Lieb. Annal. Bd. 88 pag. 325). Von den übrigen Riechstoffen des Weines weiss man noch sehr wenig. Sie sind z. Thl. ätherische Oele, z. Th. Fermentöle oder „Fermentole“, z. Th. endlich sog. Fruchtester, Aldehyd und Acetal. Nach Liebig soll Essigäther in vielen Weinen vorkommen und besonders den meisten Bordeauxweinen ihren Geruch geben. Mulder gibt folgende Körper als geruchbildend im Weine an: Ester der Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Caprylsäure, Capronsäure, Pelargonsäure, Caprinsäure, Weinsäure, Traubensäure, Aepfelsäure mit Aethyl-, Propyl-, Butyl-, Amyl- und Caprylalkohol, ferner Aldehyd und Acetal, letzterer Körper namentlich in gewissen Ungarweinen (Chem. d. Weines). Viele von diesen zahlreichen Körpern sind zwar aus gewissen Weinsorten dargestellt worden, die Anwesenheit der meisten jedoch ist von Mulder nur theoretisch abgeleitet worden. Das Wenige, was man über die ätherischen Oele und die Fermentole des Weines weiss, wurde bereits beim Geruch des Weines besprochen.

Was endlich das im Wein vorkommende Gummi, das sog. Weingummi betrifft, so ist dasselbe ein, dem Dextrin nahestehendes Gummi, das durch Eisenchlorid und Natriumcarbonat ausgefällt werden kann, rechtsdrehend ist und durch Kochen mit Säuren reducirend wird (Béchamp, Ber. d. d. chem. Gesellsch. Bd. 8 pag. 641; Chancel, ebendas. pag. 982).

Die Mengenverhältnisse der einzelnen Weinbestandtheile sind ziemlich bedeutenden Schwankungen unterworfen. Ueber diese und ihren Einfluss auf den Charakter des Weines hat man bis jetzt folgende Erfahrungen gesammelt: der Alkoholgehalt schwankt gewöhnlich zwischen 6·2 bis 17·2 V.-Proc. Je mehr Alkohol, desto weniger Säure enthält zumeist ein Wein. Weine mit weniger als 8 Vol.-Proc. Alkohol sind sehr leicht und wenig haltbar, solche mit 8—10 Vol.-Proc. sind leicht, mit 11—12 Vol.-Proc. kräftig. Weine mit 13 Vol.-Proc. sind schon sehr kräftige, mit 13—15 Vol.-Proc. die kräftigsten Tafelweine. Weine mit höherem Alkoholgehalt gelten als „Dessertweine". Körperarme Weine können schon bei 12—13 Vol.-Proc. Alkohol unharmonisch erscheinen; körperreiche Weine vertragen dagegen weit mehr Alkohol. Der durch Gährung des Mostes im Weine entstandene Alkohol beträgt höchstens 18·5 V.-Proc. Bei grösserem Gehalte ist Alkohol zugesetzt. Dies geschieht besonders bei südlichen, für die Ausfuhr bestimmten Weinen. Besonders alkoholreich sind spanische und portugiesiche Weine. So enthält Sherry 18—25 Vol.-Proc., Portwein 14 bis 23 Vol.-Proc., Madeira 17—23 Vol.-Proc., Malaga 13—19 Vol.-Proc. Von anderen Weinen enthalten: die sizilischen Liqueurweine 12—21 Proc., Tokayer 10 bis 20 Proc., Bordeaux 9—12 Proc., Champagner 8—12 Proc., Burgunder 9 bis 11 Proc., Rhein- und Moselweine 8—10 Proc. Als niedrigsten Alkoholgehalt kann man für gewöhnlich 4·5 Vol.-Proc. annehmen. Ausnahmsweise fällt er jedoch selbst unter 1 Proc., z. B. bei manchen kaukasischen Weinen. Zuckergehalt. Ist aller Zucker im Weine vergohren, so heisst dieser trocken, im Gegenfalle süss oder fett. Ein Gehalt von 0·1 Proc. kann in leichten dünnen Weinen schon mit der Zunge wahrgenommen werden und selbst in besseren Weinen sind 0·2 bis 0·25 Proc. schon wahrnehmbar. Die meisten Weine enthalten keinen oder nur sehr wenig Zucker. Süsse dickflüssige Weine heissen Liqueurweine. Der Gehalt an Zucker ist bei: Schweizer Weinen 0·03 bis 0·16 Proc., Süddeutschen W. 0·08—0·7 Proc., Rheingau W. 0·2—0·5 Proc., Sherry 0·9—3·5 Proc., Madeira 3·4 Proc., Portwein 0·6—6·4 Proc., Italienischen Liqueur-W. —7 Proc., Malaga 9—16 Proc., Sizilischen Liqueur-W. 11—18 Proc. deutschen Auslese-W. 0·5—23·2 Proc. (Rüdesheimer), Malvasia (griechisch) 10·9 bis 36·4 Proc. *(Malvasia Misistra)*. Extractgehalt. Dieser beträgt meist nicht unter 1·6 Gr. in 100^{cc} und geht nur in einzelnen Fällen bis 1·5 Gr. herab. Nach Kayser soll derselbe jedoch ausnahmsweise bis zu 1·3 Gr. herabgehen (deutsche Weinztg. 1884). Weine mit 2—2·5 Gr. Extract sind meist schon voll, selbst schwer. Schwer nennt man übrigens meist Weine, die reich sind an solchen Extractivstoffen, welche eine besondere Wirkung auf das Nervensystem äussern. Ueber 3 Gr. steigt bei unseren gewöhnlichen Weinen der Extractgehalt nicht, er kann jedoch bei Liqueurweinen bis 4·1 Proc. betragen. Sehr extract- und alkoholarme Weine heissen Schankweine, extractreichere: Flaschen- oder Tafelweine und noch reichere, meist süsse und blumereiche: Dessertweine. Wenn man von dem Extract den Gehalt an freier Säure, auf Weinsäure berechnet, abzieht, so muss nach Nessler und Barth bei reinen Naturweinen noch ein Extractrest von mindestens 1 Proc. bleiben. Ist viel flüchtige Säure vorhanden, so kann der Extractrest auch kleiner sein, doch muss in diesem Falle, wenn man blos die nicht flüchtige Säure abzieht, der Extractrest mindestens 1·1 Proc. betragen (Zeitschr. f. analyt. Chem. Bd. 21 pag. 43 und 198). Der Gehalt an freier Säure ist grossen Schwankungen unterworfen. Unter 0·45 in 100^{cc} sinkt er nur sehr selten, kann aber bis 1·5, oder selbst noch höher steigen. Je höher derselbe ist, desto geringer ist meist auch der Alkohol- und Zuckergehalt, da säurereiche Moste in der Regel arm an Zucker sind. Da die Säure somit meist nicht durch Zucker „gedeckt" ist, sind solche Weine sauer. Flüchtige Säuren (Essigsäure) kommen in normalen Weinen in einer Menge von 0·02 bis 0·06 Gr. in 100^{cc} vor. Ueber diese Grenze hinaus wird die Essigsäure schon durch den Geschmack wahrnehmbar und 0·1—0·2 Gr. verursachen schon Essigstich. Freie Weinsäure ist in reinen Naturweinen stets nur in sehr geringer

Menge vorhanden und steigt höchstens auf 0·19 Gr. in 100cc. Feine Weine enthalten nach Mach und Portele nicht mehr als 0·02—0·03 Gr. (Weinlaube Bd. 11 pag. 520). Die Menge der freien Weinsäure beträgt nie mehr als $^1/_6$ der vorhandenen nicht flüchtigen Säuren (Nessler und Barth, Zeitschr. f. anal. Chem. 21, pag. 61). Von Citronensäure ist im Weine etwa 0·003 Gr. in 100cc enthalten. Aepfelsäure, welche die Hauptmasse der freien Säure bildet, ist namentlich in Weinen geringerer Jahrgänge vorhanden und verleiht denselben in grösserer Menge einen rauhen Geschmack. Kayser fand 0·272—0·396 Gr. in 100cc. Der Gehalt an Weinstein beträgt im Mittel 0·2 Gr. in 100cc. Wein, der in sehr kühlen Kellern gelagert hat, kann bedeutend weniger enthalten, da sich hiebei der Weinstein ausscheidet, ohne sich später bei höherer Temperatur wieder aufzulösen. Nach Mach und Portele wird die Löslichkeit des Weinsteins im Wein ausser durch höhere Temperatur besonders durch die Aepfelsäure befördert, dagegen durch Alkohol, freie Weinsäure, Zucker und Glycerin vermindert, (Jahrber. f. Agriculturchem. 1879). Nach Ictrowich soll ein verbürgt unverfälschter Wein aus Karlowitz gar keinen Weinstein enthalten haben (Zeitsch. f. anal. Chem. 25 pag. 198). Der Wein war 6 Jahre alt und lagerte in sehr kühlem Keller. Der Glyceringehalt des Weines ist vom Alkoholgehalte desselben abhängig und beträgt nach Fresenius und Borgmann 7—14·4 Proc. von diesem (Zeitsch. f. anal. Chem. 23 pag. 44), d. h. auf 100cc Alkohol kommen 7—14·4 Gr. Glycerin. Nach Müller-Thurgau sind Glycerin und Bernsteinsäure nicht Erzeugnisse der Gährung, sondern des Stoffwechsels der Hefe und die gebildete Menge derselben ist von der Lebensfähigkeit und Energie der Hefezellen abhängig. Alles, was diese fördert, fördert auch jene. Stickstoffreiche Moste liefern daher glycerinreiche Weine, stickstoffarme, zuckerreiche, essigsäurehaltige Moste dagegen glycerinarme. Auch der Kahmpilz erzeugt Glycerin, wodurch das Verhältnis desselben zu Alkohol bis auf 18 Gr. : 100cc erhöht werden kann Chem.Ztg. Bd. 10 pag. 1217). Gerbstoff. Gute Weissweine enthalten 0·02 bis 0·04 Proc. und wenn sie auf den Hülsen vergohren sind, 0·07—0·2 Proc. Gerbsäure. In letzterem Falle sind sie bereits herb. Normale Rothweine enthalten 0·15—0·2 Proc., starke und extractreiche Rothweine bis 0·25 Proc., Dalmatiner Verschnittweine selbst bis 0·5 Proc. Gerbsäure. Rothweine, die durch Aufgiessen weissen Mostes auf schon vergohrene Rothweintrester erzeugt wurden, haben mitunter bei ziemlich hoher Farbenintensität nur sehr geringen Gerbstoffgehalt. Die Menge der Bouquetstoffe des Weines wird auf 0·00025—0·003 Proc. angegeben. Der Gehalt an Mineralstoffen endlich beträgt bei reinen Naturweinen nie weniger als 0·14 Gr. und nie mehr als 0·35 Gr. in 100cc.

Mit zunehmendem Alter des Weines vermindert sich sein Extractgehalt, der besondere Weingeruch verschwindet mehr und der allgemeine Weingeruch tritt in den Vordergrund, der Essigsäuregehalt nimmt zu, während der Alkohol theils zur Bildung von Estern und der Essigsäure verbraucht wird, theils durch das sog. Schwanen, d. h. in Folge der Verdunstung durch das Fassholz, verloren geht. Die letzten Antheile des Zuckers vergähren, Weinstein und Farbstoff scheiden sich in grösseren Mengen ab und auch das Glycerin soll bedeutend abnehmen.

2. Rohstoff. Dieser ist die Traube des Weinstockes. Der Weinstock (*Vitis*) gehört zur Familie der *Ampelideen* (Rebengewächse), zu welcher noch die Gattungen *Cissus* und *Ampelopsis* gerechnet werden, die alle zusammen etwa 250 Arten umfassen. Die wichtigste Art der Gattung *Vitis* ist *V. finifera L.*, die gemeine Rebe, welche in einer sehr grossen Zahl von Spielarten über Europa, Asien und Afrika verbreitet ist. Neuerer Zeit haben auch amerikanische Reben in Europa Aufnahme gefunden, da sie der Reblaus besser widerstehen als *V. vinifera*. Von diesen werden 4 Arten zur Weingewinnung angebaut, nämlich: *V. aestivalis Michx*, *V. riparia Michx*, *V. Labrusca L.* und *V. vulpina Walt.* Auch von ihnen sind zahlreiche Spielarten bekannt. Die über 2000 beschriebenen

Spielarten des Weinstockes lassen sich nach genauer Sichtung auf etwa 350 zusammenziehen.

Der Weinstock ist ein schlingender Strauch, der im wilden Zustande über 10m hoch wird. Wurzel ästig, holzig, stark, tief in den Boden dringend. Stamm rund, knotig, holzig, aufrecht klimmend oder flach niedergestreckt. Holz sehr weitporig, zähe, biegsam in jungen Zweigen grün, mit weissem, später braunem Mark. Aeltere Srämme mit einer graubraunen, abblätternden, faserigen Borke. Zweige als Langtriebe „Lotten“ und Kurztriebe „Geizen“ entwickelt, Blätter zweizeilig abwechselnd stehend, meist je zwei aufeinanderfolgende mit gegenüberstehenden Ranken, das dritte Blatt rankenlos. Ranken wiederholt gabeltheilig, unter der Gabelung mit einem schuppenförmigen Blättchen. Statt der unteren Ranken eine Blüthenrispe. Die Ranken sind das zur Seite gedrängte obere Ende eines Stengelgliedes der Langtriebe und stellen umgewandelte Blüthenrispen dar. An rankenden Sämlingen und Wurzelstocksprossen stehen die Blätter zerstreut. Sie sind im Umrisse rundlich-herzförmig, 3—5lappig, ungleich und grob gesägt, auf der Unterseite entweder kahl oder behaart, bis dichtfilzig oder wollig. Blattstiel fast stielrund, oben gerieft, am Grunde verdickt; die eiförmigen Nebenblätter hinfällig. Blüthenrispe blattgegenständig, aufrecht, aus den unteren Knoten der rankentragenden Aeste entspringend u. zw. je nach der Spielart meist aus dem 1.—5., vielästig, mit einblüthigen Blüthenstielchen und kleinen einzelnen Deckblättchen. Blüthen gelblich-grün, klein, sehr wohlriechend, bei den angebauten Formen scheinbar zwittrig, in Wirklichkeit jedoch theilweise zwittrig, theilweise weiblich, wobei jede dieser Blüthenformen auf besondere Spielarten beschränkt ist (die wilde Pflanze ist scheinbar zwittrig, eigentlich aber zweihäusig, getrennt geschlechtig) (s. später). Kelch sehr klein, schüsselförmig, fünfzähnig, Krone aus 5 umgekehrt eilänglichen, unten gestutzten und freien, an der Spitze verwachsenen grünlichen, oft weichhaarigen Blumenblättern bestehend, die durch die sich verlängernden und ausbreitenden Staubgefässe abgerissen und beim Aufblühen als Haube abgeworfen werden. Staubgefässe 5, vor den Blumenblättern stehend, in der Knospenlage umgebogen. Stempel aus 2 Fruchtblättern entstanden, oberständig, auf einer 5drüsigen Scheibe sitzend, mit einem Griffel und 2 unvollständig getrennten Fächern. Griffel kurz, keulenförmig. Fruchtknotenfächer zweieiig, Eichen am Grunde angeheftet, aufrecht. Die 1—4samige Beere je nach der Spielart gedrückt, kuglig, eiförmig oder oval, bereift (mit einer Wachsschicht versehen), grün, gelblich, goldgelb, roth, violett bis schwarzblau, von sehr verschiedener Grösse. Samen eiweisshaltig, birnförmig. Sameneiweiss, ölhaltend.

Da die angebauten Spielarten desWeinstockes fast durchwegs aus Stecklingen gezogen werden, so besitzen dieselben eine Art künstlichen Wurzelstock, der gewöhnlich senkrecht, seltener schräg im Boden steckt. An demselben entwickeln sich zu oberst die Thauwurzeln, deren Entwicklung man möglichst unterdrückt und nur bei nassem Untergrund vor sich gehen lässt. Tiefer unten stehen die Seitenwurzeln und an dem unteren Ende des Wurzelstockes die Fusswurzeln, meist 3—5, welche die wichtigsten und kräftigsten sind und mitunter bis 10m Länge erreichen. Der Stamm der Rebe, welcher bei der wilden Pflanze über $^1/_2$m Dicke und 10m Höhe erreichen kann, sieht bei der angebauten Pflanze je nach Behandlung sehr verschieden aus. Je ungünstiger das Klima ist, desto kürzer schneidet man ihn, so dass er selbst bis zu einem dicken Knoten, der nur wenig über die Erde vorragt, zusammenschrumpfen kann (Kopfschnitt). Er zeigt stets Drehwuchs und wird aufrecht, geneigt oder wagrecht, frei oder um eine Stütze gewunden gezogen. In Folge des Beschneidens hat er meist zahlreiche Knoten. Die wenigstens 3jährigen Aeste heissen meist Schenkel, die zweijährigen zweijähriges Holz. Letztere werden meist sehr kurz zugeschnitten. Erst die einjährigen Zweige, welche auch einjähriges Rebholz oder einfach Rebholz, Rebe, Tragrebe, Schnittrebe genannt werden, zeigen das normale knotige und gegliederte Aussehen des Rebenstengels. Sie tragen die Lotten, Sommertriebe, Sommerreben, auch grüne Triebe oder Laubholz genannt. An diesen stehen die Blätter, Ranken, Knospen oder Augen, die Blüthenstände auch Gescheine, Scheine oder Samen, welche später zu den Trauben werden, und endlich die Geizen, Irxen, Aftertriebe oder Afterzähne. Letztere werden meist ausgebrochen, da sie im Herbste abfallen und ihre Entwicklung nur schädlich ist. Die Gestalt der Blätter ist bei den verschiedenen Spielarten sehr wechselnd, ihre Farbe weissgrün, gelbgrün oder blaugrün, bei der Färbertraube violett, bei manchen Spielarten im Herbste nur am Rande oder der ganzen Fläche nach gelbgrün oder violett werdend. Die Knospen stehen am Grunde der Geizen und wachsen im nächsten Jahre zu Lotten aus. Sie enthalten bereits die Anlage des Blüthenstandes für das nächste Jahr. Die Blüthezeit fällt in den Juni und Juli. Die Befruchtung ist eine Windbefruchtung. Nach den Untersuchungen von Ráthaj (d. Geschlechtsverhältnisse der Reben und ihre Bedeutung für den Weinbau, Wien 1888) gibt es Spielarten, welche sowohl weibliche, wie zwittrige Blüthen haben, und solche, welche blos weibliche Blüthen haben. Diese letzteren können daher, wenn sie in reinem Satz (d. h. unvermischt mit anderen Sorten) gebaut werden, nur sehr wenig Früchte ansetzen. In der That weiss man schon lange, dass gewisse Sorten nur in gemischtem Satz Früchte ansetzen, ohne dass man bisher den Grund dieser Erscheinung gekannt hätte. In der genannten Arbeit ist eine für den Weinbauer äusserst wichtige Zusammenstellung der in Oesterreich gebauten Spielarten des Weines nach ihren Geschlechtsverhältnissen zu finden (s. übg. a. Müller-Thurgau, Weinbau 1882 pag. 103 und: „Welche Umstände beeinflussen die Entstehung u. d. Wachsthum d. Traubenbeeren“, Mainz 1885; ferner Rasch, Weinlaube 1883 pag. 133 und Weinbau und

Weinhandel 1885 pag. 297). An einer Lotte stehen meist zwei oder eine, seltener drei Trauben. Kleintraubige Sorten bringen meist mehr Trauben als grosstraubige. Je nach Jahrgang und Spielart stehen dieselben gegenüber dem ersten bis fünften Blatte oder noch höher, was auf die Wahl der Erziehungsart und des Schnittes von wesentlichem Einfluss ist. Ausser den Frühjahrstrauben bilden sich öfter auch sog. Martini- oder Nachtrauben, welche an stehengebliebenen Geizen oder an vorzeitig ausgetriebenen Knospen sitzen. Sie sind werthlos. An der Traube unterscheidet man den Traubenstiel, den Kamm, die Beerenstielchen und die Beeren. Der Traubenstiel ist sehr verschieden lang und dick, fleischig oder holzig. Der Kamm hat entweder eine oder mehrere Spindeln; seine Seitenäste sind gleichmässig oder ungleichmässig entwickelt steif oder schlaff, gedrungen oder locker. Ebenso wechselnd ist auch die äussere Gestalt und Grösse des Kammes. Die Beeren haben Erbsen- bis Pflaumengrösse. Ihrer Gestalt und Farbe wurde bereits Erwähnung gethan. Bezüglich letzterer wäre noch zu bemerken, dass es Spielarten gibt, bei denen die Trauben verschiedener Stöcke verschiedene Farbe haben, oder bei welchen selbst zweifarbige Trauben oder sogar Beeren vorkommen. An der Beere unterscheidet man 4 Theile: die Hülse oder Haut, das darunter liegende lockere Zellgewebe oder das Fruchtfleisch, das zwischen den Samen und um diese herumliegende Gewebe auch Butzen genannt und endlich die Samen. Die Hülse ist äusserlich mit einer Wachsschichte („Reif") versehen, welche eine zusammenhängende, feinkörnige Kruste bildet. Das Wachs derselben hat einen Schmelzpunkt von 70—73° C. und beträgt 1·55 Proc. des Gewichtes der feuchten Hülsen (Weigert, Weinlaube 1887 pag. 28). Die Zellen des Fruchtfleisches sind von kugliger oder vielflächiger Gestalt und lockerer Fügung. Der Butzen ist kleinzelliger und dichter. Der Farbstoff ist stets in den äussersten Zellen der Hülse enthalten; nur bei der Färbertraube findet er sich auch in den Zellen des Fruchtfleisches. Die Hülsenzellen enthalten ferner etwas Chlorophyll, sowie reichlich Eiweisskörper und Gerbsäure. Die Zellen des Fruchtfleisches enthalten von ersteren sehr wenig, von letzterer nichts. In der Umgebung der Gefässbündel sind Krystalle von Weinstein, in der Hülse Nadelbündel von Calciumoxalat (Raphiden) vorhanden (Näheres siehe bei J. Schuler, Weinlaube Bd. 12, 1880 pag. 397 ff.). Die Samen der Rebe haben eine sehr geringe Keimkraft und verlieren dieselbe sehr leicht (Nobbe, Landw. Versuchsst. 1884 pag. 229; Geršak, Weinlaube Bd. 15 pag. 1). Etwa 70 Proc. der aus Samen gezogenen Pflanzen bringen auch nach Jahren keine Blüthen (Rasch, Weinlaube 1884 pag. 590). Ueber den feineren Bau der Samen siehe Hamböck (Annal. d. Oenol 1881 pag. 1). Durch Aussaat der Samen einer Sorte erhält man verschiedene Sorten, von denen in der Regel nur einige Stöcke brauchbar sind; Sämlinge von Kreuzungen verschiedener Sorten liefern das gleiche Ergebnis. Es ist wahrscheinlich, dass der Weinstock keine homogene Art, sondern aus der Vermischung mehrerer verwandter westasiatischer Arten hervorgegangen ist.

Spielarten. Die Zahl dieser kann gegenwärtig nicht mit Sicherheit angegeben werden, sie wird je nach der Auffassung auf mehrere Tausend oder auch nur mehrere Hundert geschätzt. Die Lehre von den Rebenspielarten heisst Ampelographie. Sie ist noch sehr unvollkommen entwickelt, da sie mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Die Kennzeichen, welche man zur Unterscheidung der Spielarten (Varietäten, „Sorten") benützt, sind: Farbe, Geschmack, Gestalt und Grösse der Beeren, der dichtere oder lockerere Stand der Trauben und Beeren, Gestalt und Behaarung der Blätter, Art ihrer Bezahnung, Grösse der Blattwinkel, Reifezeit der Früchte, Beschaffenheit der Kerne u. s. w. Um die deutsche Rebensystematik haben sich besonders verdient gemacht L. v. Babo, Metzger, Trummer, G. und R. Goethe. Gegenwärtig ist eine internationale ampelographische Commission damit beschäftigt, sämmtliche Rebensorten zu classificiren. Neuerer Zeit trennt man den Weinstock der alten Welt meist zunächst in drei Hauptformen: 1. *Vitis Rumphii Risso*, mit länglichen oft sehr grossen, nach unten verschmälerten, hartfleischigen, aussen fast schwarzen, innen dunkelbraunen Beeren, auf Java, Sumatra, Amboina wild wachsend und die Stammpflanze der langbeerigen Trauben bildend, die in zahlreichen Spielarten in Kleinasien, Spanien, dem südlichen Italien, Madeira, Teneriffa angebaut werden und die feurigen südlichen Weine liefern. 2. *Vitis vinifera L.*, als deren Vaterland man das mittlere Asien und das nördliche Afrika zu betrachten pflegt, woselbt sie in sumpfigen Wäldern die Gipfel der höchsten Bäume erklimmt. Sie ist die Stammpflanze der meisten Weine der gemässigten Breiten, so namentlich der Rheinweine und französischen Weine. 3. *Vitis silvestris Gmel.* (*V. vinifera var. silvestris Döll.*) mit kleinen Blättern und Beeren. Stammpflanze der Burgundertraube und der „kernlosen Traube". *V. vinifera var. apyrena L.*, die hauptsächlich auf Morea und den jonischen Inseln angebaut wird, kleine, schwarzblaue, samenlose Beeren hat und die Korinthen liefert (s. Rosinen VII pag. 421). Es mögen hier die wichtigsten Traubensorten, geordnet nach ihrer praktischen Verwendbarkeit kurze Erwähnung finden.

1. Traubensorten für Weissweine.

a) Hochfeine Weine liefern: Riesling oder Riesler mit verschiedenen Spielarten, liefert die feinsten Rheinweine, z. B. Johannisberger, Steinberger, Rauenthaler, Rüdesheimer u. s. w., wird auch in Oesterreich-Ungarn viel gebaut; Traminer, rother und weisser (nach dem Orte Tramin in Tirol, wo er jedoch nicht vorkommt), besonders in der Pfalz, am Main, der Nahe und Mosel, Nieder-

österreich, Tirol, liefert Deidesheimer, Forster, Klosterneuburger, Rametzer u. a.; Sylvaner, grüner und rother (in Oesterreich Zierfandl, in Deutschland Oesterreicher genannt), am Oberrhein besonders Dürkheim, ferner Krems, Vöslau; Burgunder, weisser und grauer (auch Ruländer), Burgund, Elsass; Orangetraube; Kleinweiss (ungar. Sár fehér) liefert den ungarischen Neszmeiler; gelber Muskateller (in Oesterreich Schmeckender genannt), Südfrankreich, Steiermark, vereinzelt in Süddeutschland und Niederösterreich; Muskatgutedel, Südfrankreich, vereinzelt in Ungarn; Vanilletraube, Südfrankreich, in Deutschland nur als Tafeltraube; Muskatalexandriner; Sauvignon blanc und Semillon blanc liefern die hochfeinen weissen Sautern-Weine; weisser Malvasier, Italien. — *b)* Mittelfeine Weine geben: Welschriesling stammt aus Frankreich, wird dort besonders im Departement de la Marne gebaut, ferner in der Schweiz (Züricher See), Steiermark, Kroatien; Elbling, weisser und rother (Alben, Albig, Albele, Kleinberger, in Oesterreich Grossriesler), stark verbreitet am Rhein, liefert die geringen und mittleren Rheinweine; Ortlieber (Räuschling, Knackerling, Elsasser, im Elsass Knipperle) stammt aus Burgund, wird besonders im Elsass, seltener in der Pfalz und dem badischen Oberland gebaut, gibt hohe Erträge; gelber Orlean, Frankreich, Dalmatien, Rumänien; rother Veltiner (in Deutschland grosser Traminer, Fleischtraminer, Fleischtraube, in Niederösterreich Rothreifler, Todträger), besonders in Niederösterreich von Langenlois bis Retz, sonst vereinzelt in Oesterreich-Ungarn, Deutschland, Schweiz; Frührother Veltiner (Frühroth, rothe Babotraube, rother Malvasier, in Böhmen Printschtraube), Gumpoldskirchen, Feldsberg, Böhmen; grüner Veltiner (Weissgipfler, grüner Muskateller), nördliches Niederösterreich, Pressburg, Mähren, liefert die österreichischen und mährischen Tischweine wie Retzer, Stinkenbrunner, Meilberger u. a.; Rothgipfler (Reifler) in gemischten Gärten; Oesterreichisch Weiss in der Umgebung von Wien, Nussdorf, Weidling, Klosterneuburg; rother Zierfahndler (Spätroth, Rothreifler, Gumpoldskirchner), Gumpoldskirchen; gelber Mosler (in Ungarn Furmint, bei Oedenburg Zapfner), Ungarn, Kroatien, Steiermark, liefert die Tokayer, Ruster, Oedenburger Ausbruchweine und viele steirische Weine; Honigler (Abart des Kleinweiss), zwischen Ofen und Weizen; Lämmerschwanz (ungar. Jufarco), am Plattensee, liefert den Somlauer; Bacador, bei Arad in Ungarn; weisser Steinschiller, Banat; Rosiola (Durello, Verseiller), Südtirol; Peverella (Pfeffertraube), Südtirol; weisser Vernatsch, Deutsch- und Welschtirol; weisser Terlaner bei Terlan in Tirol. — *c)* Leichte milde Weissweine liefern: rother Steinschiller (Rosentraube), Banat, Weisskirchen bis Werschetz; Slankamenka aus Serbien stammend, Banat, syrmisches Gebirge; Gutedel mit zahlreichen Spielarten (bei Wien Wälscher, im Mainthal weisser Junker, in Sachsen Schönedel, in Frankreich Chasselas blanc oder Chasselas doré, daher bei Zneim Chasslaner oder Dorianer) weit verbreitet, Grinzing, Heiligenstadt, Sivering bei Wien, im badischen Oberland in grossen Massen, den „Markgräfler" liefernd, Canton Waad, häufige Tafeltraube in Frankreich und Deutschland; weisser Augster liefert leichte Ungarweine; rother Portugieser, Steiermark, Kroatien; Blatterl, Deutsch-Tirol, besonders bei Bozen. — *d)* Leichte sauere Weissweine geben: Heunisch; Silberweiss (Seestock, ungar. Rakszöllö), Neusiedler- und Plattensee, Steiermark, Niederösterreich; Mehlweiss, Steiermark, Niederösterreich; gelber Kracher, Ungarn, Steiermark; gelbe Kadarka, Südungarn, Slavonien; Grün-Hainer in Steiermark noch sehr verbreitet u. s. w.

2. Traubensorten für Rothweine.

a) Blumenreichen Rothwein geben: Blauer Muskateller, bouquetreichste Rothweintraube; Moscato rosa, Italien, Tirol; Aleatico, im Piemontesischen, Toskanischen und Römischen, liefert Bouquet- und Liqueurweine. — *b)* Für mittelgute bis feine Rothweine kommen zunächst 2 Gruppen von Sorten

in Betracht u. z.: 1. Gruppe des blauen Burgunders. Hierher gehört: blauer Burgunder (Pineau, franc Pineau, Pineaut noir, Noirien, in Würtemberg und am Main Clävner, an der Mosel rother Assmannshäuser, im Rheingau Klebroth u. s. w.), besonders in Süddeutschland und Böhmen (in den übrigen Theilen Oesterreichs vereinzelt), in der Schweiz und in Burgund (nach anderen Angaben soll er jedoch in Burgund völlig fehlen) ist die verbreitetste Rothweintraube; früher blauer Burgunder (Frühblauer, früher Clävner, Jacobitraube, Augusttraube, Frühschwarze, raisin précoce u. s. w.) reift 3—4 Wochen früher als der vorige; Müllerrebe (Meunier, Enfariné), Champagne, Würtemberg; Gamay de Liverdun, hauptsächlich in Frankreich, besonders in Burgund und Beaujolais verbreitet. 2. Gruppe der Bordeauxreben. Hierher gehört: Cabernet Sauvignon (Petit Cabernet, Petit Vidure, Vidure Sauvignon, Bouchet), Cabernet franc (Cabernet gris), Merlot, Verdot und Malbeck oder Côt; sämmtlich fast nur in Frankreich angebaut, der letzterwähnte daselbst sehr verbreitet, die übrigen meist auf die Gironde und Medoc beschränkt. Andere mittelgute Rothweintrauben sind: blauer Sirah oder Sérine, ziemlich verbreitet in Frankreich; blauer Portugieser, Ungarn, Niederösterreich, vereinzelt in Deutschland; Blaufränkisch (Limberger), Niederösterreich; blaue Kadarka mit zwei Spielarten: gewöhnliche Kadarka und Kleinschwarz, liefert die Hauptmasse der ungarischen Rothweine, z. B. Ofner, Erlauer, Vilanier, Szegzarder, Werschetzer; blauer Oberfelder; Lagrein, Farbtraube, liefert die besten Rothweine der Umgebung von Bozen; Teroldega, Wälschtirol; Dolcedo oder Refosco in Friaul und Istrien; Corvino, Italien, liefert den Valpolicella; Cannajola, St. Giovetto und Colore liefern die toskanischen, besonders Chiautiweine; Nebbiolo, Barbera und Grignolino sind piemontesische Weine; Negrara (Edelschwarz), Südtirol; Marzemino liefert besonders die gerühmten Iseraweine, sehr dunkel gefärbt. — *c)* Leichte und milde Rothweine geben: Grossvernatsch oder blauer Trollinger (blauer Malvasier, Schiavone), Tirol, Würtemberg, bei Meran als Curtraube; Grauvernatsch und Kleinvernatsch (auch Schiava) bei Bozen; blauer Augster sehr verbreitet in Ungarn; Aramon sehr verbreitet im südöstlichen Frankreich; blauer Kläpfer im badischen Oberland; Affenthaler in Würtemberg und am Rhein, nicht sehr verbreitet; früher blauer Wälscher (in Steiermark Laška oder Lashka). — *d)* Leichte, sauere und herbe Rothweine liefern: Rossara, Tirol, Etschebene; Färbertraube (Färber, Teinturier, Tintoria), wird besonders zum Färben des Weins in Frankreich und Italien gebaut. In Frankreich gibt es zwei Spielarten Teinturier mâle und femelle, von denen der erstere viel farbstoffreicher ist. Farbstoff auch im Fruchtfleisch vorhanden. Blaue Bodenseetraube am Bodensee, eine jener Sorten, welche ihres grossen Säuregehaltes wegen Veranlassung zur Bezeichnung „Strumpf“ und „Dreimännerwein“ gegeben haben. Ebenso schlechte Sorten sind: der blaue Wildbacher, der blaue Kölner, die blaue Kauka, die blaue Labruska, alle in Steiermark und Tirol hie und da gebräuchlich.

Ausser den zur Weinbereitung dienenden Trauben unterscheidet man meist noch Tafeltrauben, d. i. solche, welche unmittelbar genossen werden und Kurtrauben, welche zu Heilzwecken (Traubenkur) dienen. Von Tafeltrauben verlangt man guten Geschmack und schönes Aussehen. Diese Eigenschaften haben alle besseren Traubensorten. Bezüglich der beliebteren Tafeltrauben muss auf Handbücher verwiesen werden. Die Kurtrauben wirken entweder durch ihren Zucker- oder ihren Säuregehalt, und zwar im ersteren Falle als ein leicht verdauliches Mittel, das die Athmung und den Fettansatz befördert, im letzteren Falle als leicht abführendes, blutreinigendes Mittel. Man unterscheidet daher auch zwei Gruppen von Kurtrauben, nämlich zuckerreiche, säurearme und zuckerarme, säurereiche. Von ersteren sind zu nennen: der grüne und rothe Sylvaner, der blaue Portugieser, der Muskatgutedel, der frührothe Veltiner; von letzteren: der Vernartsch oder Trollinger, die Seetraube und der österr. Weiss.

Chemie der Rebe. Die genaue Kenntnis der chemischen Zusammensetzung der Rebe hat für die Praxis mannigfache Vortheile. Einerseits lehrt sie das Düngerbedürfnis der Rebe kennen, ermöglicht eine verständnisvolle Behand-

lung der einzelnen Theile derselben während ihres Wachsthums, gewährt einen genauen Einblick in die Vorgänge bei der Gewinnung des Mostes und gibt so Fingerzeige für das hiebei einzuschlagende Verfahren; andererseits lehrt sie kennen, in welcher Weise die mannigfaltigen Abfälle der Weinbereitung am zweckmässigsten gewinnbringend Verwerthung finden können. Zu möglichst vollkommener Erreichung dieses Zieles ist es nicht nur nöthig, die Zusammensetzung einzelner, durch möglichst weitgehende Trennung erhaltener Theile in ihrem fertigen Zustande, sondern auch in möglichst vielen Entwicklungszuständen zu kennen. Das grösste praktische Interesse beansprucht in dieser Richtung die Traube. Diese enthält etwa 1·6—6·4 Proc. Kämme und das Uebrige Beeren. Grüne Kämme enthalten viel Gerbsäure und nicht unerheblich viel Aepfelsäure und sie schaden daher, wenn sie vor der Gährung nicht entfernt werden, feineren Weinen stets. Holzige und trockene Kämme sind jedoch weit unschädlicher. Der Gehalt an Trockensubstanz schwankt zwischen 25—66 Proc., jener an Gerbstoff zwischen 12—31 auf Tausend. An Aepfelsäure sind in tausend Thl. 1—8 Thl. enthalten. Der Futterwerth der Kämme ist ein sehr geringer. Der Aschengehalt schwankt zwischen 1·4—5·4 Proc. Die Asche ist reich an Kalium, Calcium und Phosphorsäure. Von den Beeren sind die bereits früher angegebenen 4 Theile zu unterscheiden. Die Hülsen der Beeren machen im feuchten Zustande 4·5 bis 24·1 Proc. vom Gewichte derselben aus, im Durchschnitt 9·5 Proc. Welschriesling hat nur 2·1 Proc. Hülsen. Der Gehalt der Hülsen an Trockensubstanz schwankt zwischen 22—62 Proc. und beträgt im Mittel etwa 33·5 Proc. Er ist beim Welschriesling am höchsten. 100 Gr. Beeren enthalten etwa 3·1 bis 3·2 Gr. dieser Trockensubstanz im Mittel (Mach in: Babo und Mach, Handbuch des Weinbaues, Bd. 1 pag. 54). Auch bei den Hülsen ist, wie bei den Kämmen, der Gerbstoffgehalt derselben von grösster Wichtigkeit. Nach den Untersuchungen von Haas schwankt derselbe in 1000 Gr. frischer Hülsen zwischen 1·6—40·3 Gr. und beträgt im Mittel 12·9 Gr. Auf trockene Hülsen bezogen sind diese Zahlen 5·5—76·9 Gr. und 37.8 Gr. in 1000 Gr. (Babo und Mach a. a. O. pag. 55). Ausser dem Gerbstoff enthalten die Hülsen noch Weinsäure, Aepfelsäure, Weinstein, Calciumoxalat, Wachs, Farbstoff, Bouquetstoffe, Cellulose, Eiweisskörper und Aschenbestandtheile. Das Wachs wurde bereits früher besprochen. Der Farbstoffgehalt verschiedener Traubensorten wurde von Mach und Portele mit einer Fuchsinlösung von 0·1 Gr. im Liter verglichen, deren Farbe gleich 1 gesetzt wurde. Sie fanden so für verschiedene Traubensorten einen Farbstoffgehalt von 1—15·4. Die häufigsten Werthe waren 1—4, seltener 5—9. Teroldega gab 11·3 und die Färbertraube 15·4. Die Bouquetstoffe kommen in den Hülsen in grösster Menge vor und es können dieselben geradezu als der Sitz jener bezeichnet werden, geradeso wie sie auch der Sitz des Farbstoffes sind. Der Aschengehalt der Hülsen beträgt etwa 3·7—4·3 Proc. Die Asche enthält in 100 Thl.: 41—55 Kali, 1 bis 6 Natron, 5—21 Kalk, 3—10 Schwefelsäure, 15—23 Phosphorsäure; ausserdem Magnesia, Eisenoxyd, Manganoxydul, Kieselsäure, Chlor. Analysen der Traubenhülsen mit besonderer Berücksichtigung ihres Futterwerthes siehe Karmroth (Centrbl. f. Agriculturchem. 1877). Je nach dem Verlauf der Blüthezeit enthalten die Beeren verschiedene Mengen von Traubenkernen oder Samen. 100 Beeren enthalten im Mittel 287 Kerne. Die Samen enthalten im frischen Zustande 48 bis 68 Proc. Trockensubstanz, 6 bis 14 Proc. Eiweisstoffe, 23—24 Proc. Kohlenhydrate, 7—8 Proc. Fett und 1·3 bis 2·5 Proc. Asche. Bemerkenswerth sind besonders grössere Mengen eines fetten Oeles und einer Gerbsäure. Das Traubenkernöl besteht nach Fitz (Annal. d. Oenol. Bd. 2) aus den Glyceriden der Erucasäure, Stearin- und Palmitinsäure, beginnt bei 3° C. zu schmelzen und ist bei 11° C. völlig flüssig. Der Fettgehalt der trockenen Samen wurde zwischen 12—18 Proc. gefunden, nach Haas beträgt er 10—19 Proc. (Weinlaube Bd. 15 pag. 73). Nach Ravizza erhält man durch Pressen aus einem Quintal Samen 15 Kg. Oel (Weinlaube Bd. 15 pag. 553) (s. auch IX pag. 626). Von der Gerbsäure sind in den frischen Kernen im Durch-

schnitt 4·79 Proc., nach Haas (a. a. O.) 5·5 Proc. enthalten, was auf 1000 Gr. Beeren 1·38—1·58 Gr. Gerbsäure gibt. Kerne, welche die Gährung des Mostes mitgemacht hatten, wurden fast frei von Gerbsäure gefunden. Die Asche der Samen ist reich an Kali und Phosphorsäure, meist auch an Kalk, Magnesia und Schwefelsäure. Ueber die chemische Zusammensetzung von Fruchtfleisch und Butzen haben Mach und Portele Untersuchungen angestellt (Weinl. Bd. 12 pag. 50). Die Verschiedenheit dieser Zusammensetzung verursacht die Erscheinung, dass der beim Keltern zuerst und zuletzt abfliessende Most wesentlich verschieden zusammengesetzt ist. Der erst abfliessende Saft (Vorlauf) stammt aus dem Fruchtfleisch, der folgende aus den Butzen und der letzte aus den Hülsen. Der Vorlauf enthält am meisten Zucker, der Saft der Butzen enthält am wenigsten Zucker und am meisten Gesammtsäure und Weinstein, der Saft der Hülsen endlich ist am ärmsten an Gesammtsäure und Weinstein. Von freier Weinsäure ist im Fruchtfleische am meisten, in den Butzen am wenigsten enthalten. Wahrscheinlich wird sie in letzteren beim Reifen durch Kalium neutralisirt. Bei Negrara-Trauben betrug die Menge des Vorlaufes 46 Proc. vom Beerengewicht, die Hülsen enthielten 21·4 Proc. und die Butzen 19·6 Proc. abpressbare Flüssigkeit. Was nun die Zusammensetzung des gesammten Traubensaftes betrifft, so sind in demselben bisher nachgewiesen: Zucker, Weinsäure, theils frei, theils als Weinstein, etwas Traubensäure, Aepfelsäure, Citronensäure, Inosit, Pektin, Gummi, Eiweiss, andere stickstoffhaltige, unbekannte Körper und endlich Aschenbestandtheile. Im Moste, welcher durch Pressen und Maischen der Trauben gewonnen wurde, sind ferner noch Bestandtheile vorhanden, die nicht dem Traubensafte angehören, sondern aus den Hülsen und Kernen stammen. Der Gehalt des Traubensaftes an den meisten der genannten Bestandtheile ist abhängig von der Traubensorte, von den Verhältnissen, unter denen sie erwuchs, wie Boden, Lage und Witterung und hauptsächlich von dem Grade der Reife, den sie erlangte. Unreife Trauben enthalten übrigens nach Brummer und Brandenburg (Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 9 pag. 982) auch Bernsteinsäure und nach Erlenmayer und Hoster (Zeitschr. f. Chem. Bd. 7 pag. 212) auch Glycolsäure. Der Gehalt des Traubensaftes an Zucker schwankt zwischen 10—28 Proc. und erreicht mitunter selbst 35 und mehr Procente. Der mittlere Gehalt beträgt etwa 20 Proc. Der Zucker besteht aus etwa gleichen Mengen von Dextrose und Lävulose. In unreifen Trauben überwiegt erstere, in überreifen letztere etwas. Alle übrigen Bestandtheile des Mostes, welche man als „Nichtzucker“ zusammenzufassen pflegt, betragen im Durchschnitt 4—4·2 Proc. Die Menge der freien Säure im Traubensafte schwankt zwischen 3—15, mitunter selbst bis 20 auf Tausend und ist umso geringer, je reifer und edler die Traube ist, welche den Saft lieferte. Ein guter Most hat etwa 5—6 Theile auf Tausend. Von Weinstein enthält der Traubensaft fast stets so viel, als er bei seiner Gewinnung bis zur Sättigung zu lösen vermochte, da die Beeren fast stets mehr enthalten, als der Saft zu lösen vermag. Der Gehalt ist daher hauptsächlich von der Temperatur bei der Gewinnung des Mostes abhängig, schwankt zwischen 3·8—8 auf Tausend und beträgt gewöhnlich etwa 5—6 auf Tausend. Ausserdem wird derselbe hauptsächlich durch die Aepfelsäure, welche die Löslichkeit des Weinsteins erhöht, beeinflusst (Mach und Portele, Jahrber. f. Agricult.-Chemie Bd. 22). Freie Weinsäure kommt im Moste reifer Trauben gar nicht vor. Most unreifer Trauben zeigt gewöhnlich einen Gehalt von 0·1—0·4 auf Tausend, sehr selten 1—2 oder gar 5 Theile in Tausend. Die Aepfelsäure spielt im Moste eine wichtige Rolle; sie kommt in jedem Traubensafte vor, kann jedoch bei zu grossem Gehalte den Most geringwerthig machen. Ihre Menge schwankt gewöhnlich zwischen 2—5 auf Tausend, kann jedoch auch bedeutend höher steigen. Die Angaben über den Gehalt des Mostes an Eiweissstoffen, welcher stets nur aus dem Stickstoffgehalt berechnet ist, schwanken etwa zwischen 2—8 auf Tausend. Der Aschengehalt beträgt 0·2 bis 0.5 Proc. Die Asche ist reich an Kali (58—72 Proc.) und Phosphorsäure (7 bis 26 Proc.). Ausserdem enthält dieselbe noch grössere Mengen von Kalk, Magnesia,

Schwefelsäure und Kieselsäure, sowie kleinere Mengen von Natron, Eisenoxyd, Manganoxydul und Chlor. Die nach dem Pressen der Trauben zurückbleibenden Treber werden häufig als Viehfutter verwendet. Ueber ihren Nährwerth liegen Analysen von Weigelt (Jahrb. f. Agricult.-Chem. Bd. 20 pag. 646), Karmroth (Centralbl. f. Agricult.-Chem. 1877, pag. 446) und Degrully (ebendas. 1878 pag. 208) vor, nach welchen der Wassergehalt der Treber 66—70 Proc. beträgt und 100 Theile der Trockensubstanz im Durchschnitt 28 Thl. Kämme, 48 Thl. Hülsen und 24 Thl. Kerne, sowie 10—16 Thl. Eiweisstoffe, 7—11 Thl. Fett, 27—58 Thl. stickstoffreie Nährstoffe, 13—28 Thl. Rohfaser und 2—9 Thl. Asche enthalten.

Die chemische Zusammensetzung der übrigen Rebentheile ist von geringerer Bedeutung. Es wird daher hier die Angabe von Mittelzahlen genügen. Das Rebholz enthält im frischen Zustande 47, im lufttrockenen Zustande 13 Proc. Wasser. Es enthält: Cellulose, Weinsäure, Oxalsäure, Gerbsäure, Stärke, Zucker, Inosit, Gummi, Albumin und unorganische Bestandtheile. Der Aschengehalt beträgt 1·6—3·4 Proc. Die Asche enthält im Durchschnitt: 30 Proc. Kaliumcarbonat, 7·4 Proc. Natriumcarbonat, 34·5 Proc. Kalk, 6·9 Proc. Magnesia, 14·4 Proc. Phosphorsäure, 1·5 Proc. Eisenoxyd, 0·1 Proc. Manganoxydul, 1·7 Proc. Kieselsäure, 2·4 Proc. Schwefelsäure, 1·1 Proc. Chlor. Das Weinlaub enthält: Cellulose, Stärke Eiweisskörper, Chlorophyll, Aepfelsäure, Weinstein, oxalsauren Kalk, Gerbsäure, Quercitrin, Quercetin, Inosit, Zucker, Pektinstoffe, Gummi, Bouquetstoffe. Der Wassergehalt beträgt 70—80 Proc., der Aschengehalt 1·5 Proc. Die Asche enthält im Mittel: Kaliumcarbonat 50·54 Proc., Natriumcarbonat 1·06 Proc., Kalk 20·74 Proc., Magnesia 8·31 Proc., Phosphorsäure 9·48 Proc., Eisenoxyd 2·97 Proc., Manganoxyduloxyd 0·04 Proc., Kieselsäure 3·30 Proc., Schwefelsäure 2·29 Proc., Salzsäure 0·62 Proc. Die bei der Pflege des Weinstockes als Abfall erhaltenen grünen Rebtheile werden in den meisten Weinländern als Viehfutter verwendet.

Weinbau. Die Vermehrung der Rebe geschieht nur selten durch Samen. Man bedient sich dieses Verfahrens meist nur dann, wenn man neue Spielarten erziehen will oder neuerer Zeit namentlich um amerikanische Reben, welche widerstandsfähig gegen die Reblaus sind, einzuführen. Die gewöhnlichsten Vermehrungsarten sind: die Vermehrung durch Ableger oder Absenker, durch Vergruben oder Verlegen, durch Schnitt- oder Wurzelreben (Stecklinge) und endlich durch Veredlung. Der Wein bedarf zu seinem Gedeihen einen genügend langen und warmen Sommer und hinreichende aber nicht zu grosse Feuchtigkeit. Ferner soll das Frühjahr nicht zu kühl sein um eine baldige Blüthe zu ermöglichen. Je später diese eintritt, desto schwieriger werden die Trauben vor Eintritt der Herbstfröste völlig reif. Bald eintretende Fröste im Herbst, sowie häufige Spätfröste sind ebenfalls dem Weinbau schädlich. Gegen kalte Winter ist die Rebe etwas minder empfindlich. In Mitteleuropa eignen sich namentlich die südlichen Gelände wasserreicher Flussthäler am besten zum Weinbau. In Südeuropa steigt dieser jedoch meist in die Ebene herab. Uebrigens machen auch die verschiedenen Rebsorten sehr verschiedene Ansprüche auf die Witterung. So kommen viele südliche Sorten in Mitteleuropa nicht mehr zu völliger Reife. Kühle und kurze Sommer sind dem Weine sehr abträglich, weshalb z. B. in England der Wein im Freien nicht gedeiht. Bezüglich des Bodens ist der Wein nicht wählerisch. Am besten sagt ihm ein lockerer, warmer, tiefgründiger Boden zu, in welchem sich die Wurzeln tief verbreiten können und der reich an mineralischen Nährstoffen, namentlich an Alkalisalzen ist. Böden, welche grosse Mengen von Wein liefern sollen, müssen tiefgründig, nicht zu trocken, sandiglehmig, etwas humos und reich an Nährstoffen sein, während Böden die Weine von vorzüglicher Güte erzeugen, oft fast nur aus Steinen und Gruss bestehen, mit so geringen Beimengungen von Lehm und Humus, dass der Boden für keine andere Culturpflanze verwendbar wäre. Mittelböden geben nach beiden Richtungen einen mittleren Ertrag. Man nimmt meist an, dass schwerere Böden, wie Lehm- und Thonböden, vielleicht zufolge ihres grösseren Feuchtigkeitsgehaltes, vollere, duftigere und dunklere Weine liefern, Sandböden weniger gefärbte, magere und zarte Weine erzeugen und auf Kalkböden süsse, starke Weine entstehen, welche bald alt werden und einen gewissen Spaniolgeschmack haben. Auf sehr feuchten Böden sollen die Weine reicher an Säure und Albumin werden und daher

minder haltbar sein. Bezüglich der Anlage neuer Weingärten, der Auswahl des Rebensatzes, sowie bezüglich der Bearbeitung des Bodens und der dazu erforderlichen Geräthe muss auf Handbücher verwiesen werden (s. d. Literatur am Schlusse).

Auch die sog. Erziehungsarten können hier nur flüchtig berührt werden. Die grosse Mannigfaltigkeit derselben wird hervorgebracht durch Verschiedenheiten in der Länge, Verzweigung und Lage des „alten Holzes" und des „Tragholzes" und in der Art und Weise der Unterstützung der Reben. Je näher dem Boden die Trauben hängen, um so früher und besser reifen sie und um so besser ist der Wein, den sie liefern. In nördlicheren Gegenden hält man daher das alte Holz möglichst kurz, in südlichen zieht man dagegen die Rebe oft sehr hoch. Von der Lage des alten Holzes hängt die Gleichmässigkeit des Austriebes der Tragknospen ab; diese ist am grössten bei wagrechter oder wenig von dieser abweichenden Lage. Das Tragholz wird sehr verschieden stark, seltener gar nicht eingekürzt und führt je nach der Zahl der Augen, die man ihm belässt, verschiedene Namen. Ein Tragholz mit 1—2 Augen heisst kurzer Zapfen, mit 3—4 Augen langer Zapfen, mit 5—8 Augen kurzer Strecker und mit mehr als 8 Augen langer Strecker. Mit der Länge der Tragruthen wächst meist die Ertragsfähigkeit, da die höher stehenden Augen gewöhnlich stärker entwickelt sind und die Zahl der Augen überhaupt grösser ist. Uebrigens sind diese Verhältnisse auch nach der Sorte veränderlich, indem bei manchen schon die ersten Augen, bei anderen erst die höheren Augen fruchtbare Triebe entwickeln. Kurze Zapfen geben meist kräftige, grossbeerige Trauben, lange Tragreben dagegen kleinbeerige Trauben und daher, zufolge der grösseren Menge Hülsen, duftigere Weine. Eine halblange oder lange Tragrebe wird entweder gerade gestreckt oder es wird ihr die Gestalt eines halben oder ganzen Bogens, oder endlich einer Schraubenlinie gegeben. Bezüglich der Lage der Tragrebe zeichnet sich die wagrechte Lage durch gleichmässige Entwickelung und Reife der Trauben, die gerade oder schräg nach abwärts gehende Lage dagegen durch hohe Fruchtbarkeit aus. Durch mannigfaltige Verbindung dieser verschiedenen Formen des alten Holzes und des Tragholzes erhält man nun die zahlreichen Erziehungsarten. Man unterscheidet gewöhnlich: 1. Kopferziehung; altes Holz kurz, dick, wenig über den Boden ragend; 2. Schenkelerziehung; altes Holz einen Stamm oder mehrere Schenkel (Aeste) bildend; 3. Winkelerziehung; altes Holz wagrecht an einem Hauptstamm; 4. Pyramidenerziehung; altes Holz einen verzweigten Hauptstamm von pyramidenförmigen Umriss bildend u. s. w. Bei jeder dieser Erziehungsarten können wieder die Tragreben Zapfen, halbe oder ganze Bogen oder Strecker von verschiedener Lage und Länge sein. Die hierdurch entstehende Mannigfaltigkeit wird noch erhöht durch die verschiedene Art der Unterstützung der Reben. Diese kann entweder gänzlich fehlen, wodurch die Erzeugung sehr billig wird, oder die Unterstützung erfolgt durch Bäume, wie namentlich in südlichen Gegenden, oder durch Pfähle, Draht, Rahmen, Dachlauben, Laubengänge, Pyramiden, Spaliere u. s. w., wobei entweder nur Holz oder Holz und Draht, oder endlich auch Mauerwerk zur Verwendung kommt. Auf die zur Erzielung einer Erziehungsart erforderlichen Arten des Rebenschnittes und die zu seiner Ausführung erforderlichen Geräthe, auf das Ausbrechen von Augen, Trieben und Irxen, auf das Einkürzen und Aufbinden der Sommertriebe, das Einkürzen der Trauben, das Ringeln u. s. w. kann hier nicht näher eingegangen werden.

Die Düngung der Weinberge muss namentlich die grosse Menge von Kali, Phosphorsäure und Stickstoff ersetzen, welche der Wein dem Boden entzieht. Ist der letztere reich an kalihaltigen Silikaten, so kann die Kalizufuhr oft ganz unterbleiben. Stets ist die Düngung mit grosser Umsicht und unter genauer Berücksichtigung aller Verhältnisse, insbesondere unter Rücksichtnahme auf das zu erzielende Erzeugniss, durchzuführen. Im Rheingau und Elsass hat man mit Kunstdünger keine Erfolge erzielt, im Ahrthal dagegen sehr günstige. Nach P. Wagner bewirkt die Düngung mit Superphosphat höhere Traubenerträge, eine zeitigere Reife der Trauben und Ausreifen des Holzes. Kali wirkt nur, wenn gleichzeitig auch Phosphorsäure und stickstoffhaltiger Dünger Verwendung findet. Stickstoff erhöht die Triebkraft der Trauben, wenn sie fehlt und befördert im Gegenfalle die Holzbildung (P. Wagner, Prinz, Stünkel, Landwirthsch. Versuchsstationen, Bd. 25, pag. 242 und Bd. 28 pag. 123).

Bei der Entwicklung der Traubenbeeren kann man drei Perioden unterscheiden. 1. Von der Blüthe bis zur Färbung und dem gleichzeitigen Weichwerden der Beeren; 2. das völlige Ausreifen; 3. die Ueberreife.

In der ersten Periode findet hauptsächlich Wachsthum statt. Beeren und Samen erreichen fast die volle Grösse. Der Zuckergehalt ist sehr gering und nimmt nur wenig zu. Der Zucker ist anfangs rechtsdrehend, mit Beginn der Färbung überwiegt jedoch die Linksdrehung. Weinsäure, Aepfelsäure und Weinstein nimmt bis zu Ende der ersten Periode zu. Auch der Gehalt an Gerbsäure steigt beständig, wobei letztere jedoch allmählig aus dem Moste

völlig verschwindet und sich in den Samen anhäuft. In der zweiten Periode findet nur eine sehr geringe Zunahme von Gewicht und Grösse der Beeren statt. Dagegen steigt der Zuckergehalt sehr rasch, der Säuregehalt nimmt ab, der Chlorophyllfarbstoff verschwindet und der blaue Farbstoff nimmt zu. Es findet während dieser Periode eine Zuwanderung von Zucker, Albuminaten und Aschenbestandtheilen, namentlich Kali, und eine Athmung (unter Kohlensäureausscheidung) statt, welche namentlich die Säuren, u. zw. insbesondere die Aepfelsäure vermindert. Die Weinsäure wird völlig oder fast völlig an Kali gebunden, während die Gerbsäure ihrer wirklichen Menge nach sich kaum verändert, in Bezug auf die anderen Bestandtheile jedoch abnimmt. Die Samen vermehren ihren Gehalt an Trockensubstanz, Gerbsäure und Fett. Mit dem Eintritt völliger Reife verschwindet die in den Beerenstielchen vorhandene Stärke völlig. (Ueber die physiolog. Vorgänge beim Reifen siehe Müller-Thurgau in den Bericht. üb. d. Verhandl. d. deutsch. Weinbauvereines namentl. jenen in Dürkheim 1882.) In der Periode der Ueberreife, welche auch nach Abnahme der Trauben vor sich geht, findet hauptsächlich eine Verdunstung von Wasser ein Fortgang der Athmungsvorgänge und ein Zurücktreten des Rechtszuckers gegen den Linkszucker statt. In Folge dessen schrumpfen die Beeren ein, die Menge ihrer Trockensubstanz nimmt zu, während die Menge der Aepfelsäure, Gerbsäure u. a. Stoffe sich vermindert. Für ein vollständiges Ausreifen der Trauben ist ein warmer Sommer, namentlich aber ein warmer Herbst, hinreichende Feuchtigkeit und früher Eintritt der Blüthe erforderlich. Selbstverständlich wird die Vollständigkeit und Raschheit der Reife auch von anderen Umständen beeinflusst, so von der Traubensorte, der Zahl der Samen, der Erziehungsart, der Höhe der Traube über dem Boden, ihrer Stellung an der Pflanze u. s. w.

In manchen Gegenden, so namentlich im Rheingau, lässt man die Beeren während der Ueberreife eine Fäulnis durchmachen, welche als Edelfäule bezeichnet wird und zum grossen Theil die vorzüglichen Eigenschaften verursacht, die einige der edelsten deutschen Weine zeigen. Die Edelfäule wird nach Müller-Thurgau (s. dess. ausführl. Arbeit in d. Landwirthsch. Jahrb. 1888 Bd. 17 pag. 81) durch die Gonidienform eines Schlauchpilzes, der *Peziza Fuckeliana* hervorgebracht, welche Gonidienform früher (für eine selbstständige Pflanze gehalten) den Namen *Botrytis cinerea* führte. Dieselbe befällt nur überreife Beeren, wuchert zunächst und hauptsächlich in und unter der Beerenhaut, tödtet die Zellen derselben, ruft auf diese Weise eine starke Wassserverdunstung hervor und verbraucht von den Bestandtheilen der Beere hauptsächlich die Säuren und die stickstoffhaltigen Stoffe, dabei aber gleichzeitig auch einen Theil der bouquetbildenden Körper zerstörend. Gleichzeitig wird aber auch Zucker verbraucht u. zw. der Rechtszucker in grösserer Menge als der Linkszucker, so dass letzterer das Uebergewicht erhält. Endlich werden durch das Absterben der Beerenhaut Oxydationsvorgänge veranlasst, welche zur Bildung neuer Duftstoffe führen, welche nach Müller gleich sind mit jenen, die im echten Sherry und Madeira vorkommen und daher von ihm als Sherrybouquet bezeichnet werden. Der Most wird somit durch die Edelfäule reicher an Zucker u. zw. namentlich Linkszucker, ärmer an Wasser, Säuren und stickstoffhaltigen Körpern und verliert bei günstigem Verlaufe von den ursprünglichen Duftstoffen zwar der wirklichen Menge nach etwas, aber im Verhältnis zu den übrigen Bestandtheilen nichts oder sehr wenig, während er neue Duftstoffe, das Sherrybouquet, gewinnt. Die Edelfäule ist nur da von Vortheil, wo man Traubensorten mit später Reife und hohem Säuregehalt anderer edler Eigenschaften willen anbaut und durch Wasserverdunstung gehaltreichere Moste erzeugen will. Namentlich eignet sie sich für Riesling- und Orleantrauben. Wenn sie günstig verlaufen soll, dürfen die Trauben nicht zu zuckerarm sein und es muss im Herbste eine passende Luftfeuchtigkeit herrschen. Bei zu grosser Trockenheit tritt Rosinenbildung ohne Edelfäule ein, bei zu grosser Feuchtigkeit kann entweder die Edelfäule selbst schädlich werden oder Sauerfäule eintreten. Bei dieser letzteren tritt hauptsächlich Pinselschimmel (*Penicillium glaucum*) auf, welcher den Zucker sehr rasch aufbraucht, wobei die Beeren meist aufreissen und Essigbildung eintritt. In ähnlichei Weise wie die Edelfäule scheint auch der Frost auf reife Trauben zu wirken. Beim Aufthauen gefrorener Trauben erhalten dieselben, namentlich an der Sonnenseite, eine braune Haut in Folge der Tödtung ihres Zellgewebes und liefern einen Wein, der in Geruch und Geschmack an den durch Edelfäule gewonnenen erinnert. In noch höherem Masse ist dies der Fall, wenn man die aufgethauten Trauben noch einige Zeit am Stocke hängen oder besser sie in einem wärmeren Raume 8—14 Tage lang auf Hürden liegen lässt. Man erhält so, auch aus verschiedenen Traubensorten, stets einen Wein, der dem durch Edelfäule gewonnenen völlig gleicht. Da man auch am Rhein die Trauben sehr lange hängen lässt, so wird das berühmte rheinische Rieslingbouquet jedenfalls nicht nur durch Edelfäule, sondern theilweise auch durch Frost hervorgebracht. Während man weisse Trauben ohne Schaden dem Eintrocknen, der Ueberreife, dem Froste oder der Edelfäule aussetzen kann, darf dies bei blauen Trauben, welche zur Rothweinbereitung dienen sollen, nicht geschehen, da hiebei der Farbstoff verändert wird.

Krankheiten und Feinde der Reben. Diese sind sehr zahlreich und es können daher hier nur die wichtigsten derselben kurz berührt werden. Die dem Weinstocke schädlichsten Insecten sind: die Reblaus (*Phylloxera vastatrix Planch.*), der Sauerwurm (*Conchylis ambiguella H.*), die Weinmotte (*Grapholitha botrana W. V.*) und der Springwurmwickler (*Tortrix Pilleriana*). Die

durch Pilze hervorgerufenen schädlichsten Krankheiten der Rebe sind: die Traubenkrankheit oder der Mehlthau des Weinstockes hervorgebracht durch *Oidium Tuckeri Berk.*, der Mehlthauschimmel oder falscher Mehlthau (Mildew) hervorgebracht durch *Peronospora viticola de By.*, der schwarze Brenner (*Antracose*) verursacht durch *Sphacoloma ampelinum de By.*, die Pocken des Weinstocks *(pustola, vajola, nebbia, bolla)* erzeugt durch *Gloeosporium ampelophagum Sacc.*, die Fleckenkrankheit, meist auch schwarzer Brenner genannt, hervorgebracht durch *Cladosporium Roesleri (Catt.)* und endlich die Wurzelfäule des Weinstockes, deren Zusammenhang mit einem oder mehreren Pilzen *(Dematophora necatrix R. Hartg., Agaricus melleus Vahl, Roesleria hypogaea Thüm. et Pass., Fibrillaria xylotricha Pers.)* noch zweifelhaft ist.

Wohl kein Schädling hat dem Weinbau solche Wunden geschlagen, wie die Reblaus. Am meisten hat von derselben Frankreich gelitten. Bis zum 1. October 1882 waren in diesem Lande 763·799 ha., d. i. ungefähr $^1/_3$ des gesammten Weinlandes, von der Reblaus völlig vernichtet und ausserdem noch 642·978 ha. von ihr ergriffen. Die Weinerzeugung ist daher auch ungeheuer zurückgegangen, während die Einfuhr von Wein und die Erzeugung von Kunstwein ebenso gestiegen sind. In den Jahren 1872—76 erzeugte Frankreich jährlich im Durchschnitt 54,984.613 hl., im Jahre 1886 dagegen nur noch 25,063.345 hl. Wein. Die Einfuhr von Wein stieg von 707.000 hl. im Jahre 1877 auf 9,423.259 hl. im Jahre 1886, wobei die Erzeugung von Kunstwein im Jahre 1886 um 1,533.000 hl. gegen das Vorjahr stieg. In Portugal waren bis zum Jahre 1884 56.000 ha. Weinberge von der Reblaus ergriffen und davon 24.000 ha. gänzlich zerstört. Aber auch in der Schweiz, in Deutschland, Oesterreich-Ungarn, Italien, in der Krim u. s. w. breitet sich dieser Verwüster immer mehr und mehr aus. Die Reblaus lebt in verschiedenen Entwicklungsformen. Die geflügelte Form tritt vom August bis October auf, legt ohne Paarung etwa 4 Eier an die Unterseite der Blätter, aus welchen im Spätherbst Männchen und Weibchen ohne Flügel und Fresswerkzeuge entstehen. Nach der Paarung legt das Weibchen ein Winterei, meist unter die Stammesrinde. Aus diesem kommt Ende April oder Anfang Mai eine flügellose Form mit wohlentwickeltem Stechrüssel hervor, welche entweder auf den Blättern Gallen erzeugt, oder aber gewöhnlich an die Wurzeln wandert und hier die gefährlichste Form, die eigentliche „Wurzellaus" vorstellt. Diese ist gelb, hochgewölbt, 0·8^{mm} lang und 0·5^{mm} breit und erzeugt an jüngeren Wurzeln gelbe, knotige Anschwellungen, welche dadurch für den Wein gefährlich werden, dass sie im Spätsommer der Fäulnis unterliegen, wodurch die Rebe allmälig ihre sämmtlichen Wurzeln verliert. Die Wurzelläuse erzeugen während des Sommers etwa 6—8 Generationen ohne Paarung, wobei jedes Thier etwa 30—40 Eier legt. Im Hochsommer treten unter ihnen sog. Nymphen auf, welche Flügelstummel und längere Beine haben, wandern an die Erdoberfläche und verwandeln sich hier durch eine Häutung in die anfangs erwähnte geflügelte Form. Dieser Kreislauf ist nicht unbedingt nöthig. Es wurde auch eine jahrelange Vermehrung ohne Auftreten der geflügelten Form beobachtet. Das Insect stammt aus Amerika und wurde durch Wurzelreben eingeschleppt. Es wurde zuerst in Frankreich von Planchon aufgefunden, war jedoch schon viel früher in Amerika bekannt, ohne dass man jedoch seine Gefährlichkeit kannte. Die von der Laus befallenen Reben gehen gewöhnlich im 3. oder 4. Jahre zu Grunde. Nach den Untersuchungen Röslers sind von den zahlreichen Mitteln gegen die Reblaus nur drei anwendbar, nämlich: Ammoniakgas, selbstentzündlicher Phosphorwasserstoff und Wasserdampf von mindestens 60° C. Die ersteren beiden werden in der Erde aus Phosphor und Aetzkalk, bezw. Ammoniumsulphat und Aetzkalk entwickelt. Von Vortheil ist ferner gute und tiefgehende Lockerung und Durchlüftung des Bodens, Umgeben der Wurzeln mit Sand, Entrindung und Theeren oder Versengen des Stammes behufs Zerstörung der Wintereier, sowie Alles, was die Pflanzen selbst kräftigt. Gegenwärtig verwendet man am häufigsten Schwefelkohlenstoff, sowie Kalium- oder Natriumsulfocarbonat, welch' letztere Salze immer mehr in Aufnahme kommen. Doch sind diese Mittel den Pflanzen schädlich und sind auch kostspielig. Wo der Weinbau in der Ebene getrieben wird, soll sich das Ueberfluthen der Weinberge mit Wasser durch 14—120 Tage im Spätherbst oder Winter als bestes Mittel bewährt haben. Neuerer Zeit sucht man sein Heil in der Verwendung widerstandsfähiger Rebenarten, die man zunächst in amerikanischen Arten gefunden hat, neuestens aber auch in kaukasischen, chinesischen, japanischen u. s. w. sucht. Die widerstandsfähigste amerikanische Rebe ist *V. vulpina Walt* (oder *rotundifolia*), welche aber nur in südlichen Gegenden gedeiht. Für Mitteleuropa eignen sich am besten die Spielarten von *V. aestivalis* und *Riparia*. Die Spielarten der ersten Art liefern schon unmittelbar einen ziemlich guten Wein, sie können aber auch, wie jene der zweiten, als Unterlage zum Pfropfen verwendet werden. Die Spielarten von *V. Labrusca* sind nicht genügend widerstandsfähig. Da die Einfuhr amerikanischer Reben wegen der Gefahr der Einschleppung anderer Krankheiten durch internationale Vereinbarung verboten ist, so müssen dieselben entweder aus Samen gezogen oder durch Vermehrung der bereits in Europa vorhandenen amerikanischen Reben erhalten werden. Die Verschleppung und Verbreitung der Reblaus findet sowohl durch die geflügelte Form als auch durch die ungeflügelten Formen und die Wintereier statt und zwar durch Versendung von Wurzel- oder Schnittreben oder von Blättern und durch Wanderung von Wurzelläusen in der Erde. Zum

Schutze gegen die Weiterverbreitung der Reblaus haben die betheiligten Staaten besondere gesetzliche Bestimmungen getroffen. Von der sehr umfangreichen Literatur über die Reblaus möge erwähnt werden: Blankenhorn und Moritz, d. Wurzellaus d. Weinstockes. Heidelberg 1875. David, d. Wurzellaus d. Weines, Wiesbaden 1875. Rösler, d. Phylloxera vastatrix, Oesterr. landwirthsch. Wochenbl. 1875, Nr. 1 ff. Fatio, La question phylloxérique en Europe en 1877, Genf 1878. Cornu, Etudes sur le Phylloxera vastatrix, Paris 1878. Lichtenstein, Histoire du Phylloxera, Montpellier u. Paris 1878. Die Wurzellaus des Weinstockes, Amtliche Instructionsschrift, Berlin 1880.

Der Sauerwurm und die Weinmotte, beides Schmetterlinge, erzeugen zwei Bruten im Jahr und richten die Blüthen und Beeren zu Grunde, wodurch meist nicht nur die Menge, sondern auch die Güte der Ernte geschädigt wird. Ersterer tritt namentlich im südlichen Deutschland und Oesterreich, sowie in Norditalien, letztere in Baiern, Böhmen und Niederösterreich auf. Beide richten oft grossen Schaden an. Die Vertilgung geschieht am besten durch Tödtung der jungen Räupchen durch Eintropfen einer tödtenden Flüssigkeit in die Gespinnste. Man verwendet hiezu Weingeist mit Schwefelkohlenstoff oder Tabakabkochung mit Weingeist und Fuselöl u. s. w. Der Springwurmwickler, gleichfalls ein Schmetterling, hat namentlich in Frankreich (Burgund) und Südungarn (Temesvar und Werschetz) grossen Schaden angerichtet. In Frankreich bekämpft man ihn am erfolgreichsten nach dem Verfahren von Raclet durch Tödtung der überwinternden Raupen mit siedenden Wasser während des Winters.

Die Traubenkrankheit *(Oidium Tuckeri)* trat zum erstenmale verheerend in den Treibhäusern Englands in den Jahren 1845—1847 auf, wo sie zuerst von dem Gärtner Tucker beobachtet wurde. Während der folgenden Jahre breitete sie sich namentlich über Frankreich, Tirol, Italien und Madeira, aber auch über die meisten übrigen Weinländer aus und war bis etwa zum Jahre 1862 die grösste Geissel des Weinbaues, die gegenwärtig nur noch durch die Reblaus übertroffen wird. In Madeira richtete sie den Weinbau fast völlig zu Grunde. Der Pilz wuchert äusserlich auf den Blättern, Trieben und Beeren und richtet namentlich auf letzteren grossen Schaden an. Als bestes Gegenmittel hat sich das regelmässige Bestäuben mit Schwefel bewährt, das 3—4mal mitunter auch 7—8mal im Jahre ausgeführt werden muss. Der Schwefel muss möglichst rein und möglichst fein gepulvert sein. In Tirol rechnet man auf 1 ha 50—100 Kg. Schwefel. Fast ein Drittel des in Sizilien erzeugten Schwefels wird auf diese Weise verwendet. Der falsche Mehlthau *(Peronospora viticola)* ist in Amerika schon lange unter dem Namen Mildew bekannt und wurde im Jahre 1878 durch amerikanische Reben zunächst nach Frankreich eingeschleppt, von wo er sich bis zum Jahre 1880 bereits über Italien und Süd-Oesterreich ausgebreitet hatte. Der Pilz tritt erst im August oder September, namentlich bei feuchtem Wetter auf. Er wuchert in den Blättern, erzeugt auf ihrer Unterseite Gonidienstände und bringt sie zum Absterben und Abfallen. In den abgefallenen Blättern entstehen Wintersporen, welche die Verbreitung der Krankheit von einem Jahre zum anderen vermitteln. Das beste Gegenmittel ist daher auch das sorgfältige Auflesen und Verbrennen dieser Blätter. Alle übrigen Mittel sind wirkungslos und die oft angepriesenen Eisen- oder Kupfersalze der Pflanze selbst schädlich.

Der schwarze Brenner und die Pocken des Weinstockes sind in ihrer äusseren Erscheinung und Wirkung sehr ähnlich und können auch in derselben Weise bekämpft werden. Die Krankheit besteht in dem Auftreten von braunen oder rothbraunen Flecken auf Blättern, Trieben, Ranken und Beeren, in denen sich Pilzsporen bilden, die sich nach dem Ausstreuen über die ganze Pflanze verbreiten und das Uebel so vergrössern und fortpflanzen. In ungünstigen Jahren kann durch diese Krankheit die ganze Ernte vernichtet werden. Sehr grossen Schaden hat sie namentlich in Italien, Südösterreich, Frankreich, Spanien und Portugal angerichtet. Das beste Gegenmittel ist nach Thümen Bestreichen des ganzen Weinstockes während des Winters mit 10—15procent. Eisenvitriollösung, welche die Sporen tödtet und sorgfältige Entfernung aller Unkräuter und Abfälle, auf denen die Sporen überwintern könnten. Die Fleckenkrankheit und die Wurzelfäule des Weinstockes haben mehr örtliche Bedeutung.

Weinlese. Von der richtigen Wahl der Lesezeit und der sorgfältigen Durchführung der Weinlese wird die Güte des Weins sehr wesentlich beeinflusst. Zum Schutze gegen Diebstahl und gegen Beschädigung durch Thiere ist eine sorgfältige Weingartenhut zur Zeit des Reifens sehr wichtig. Der Hüter wird

entweder vom einzelnen Besitzer oder von der Gemeinde bestellt. Die Feststellung der Lesezeit wird entweder dem einzelnen Weinbauer überlassen oder durch gewählte Vertrauensmänner behördlich durchgeführt (Lesezwang). Die Merkmale der Vollreife sind bei den verschiedenen Sorten nicht gleich. Verholzen der Kämme, Farbenveränderungen der Beeren, Welken derselben u. s. w. werden als Kennzeichen der Reife betrachtet. Zur Lese ist trockenes und nicht zu heisses Wetter erforderlich, da bei zu grosser Hitze leicht Gährung und Säuerung eintritt. Das Abnehmen der Trauben geschieht am besten mit der Traubenscheere. Gleichzeitig hält man die Hand oder eine Holzschale unter die Traube, oder bedient sich des Lesehandschuhes aus Kautschuk, dessen Handteller eine schalenartige Gestalt besitzt. Die Trauben werden entweder im Weingarten gemaischt oder unzerquetscht nach Hause gebracht. Bei feinen Traubensorten ist es meist vortheilhaft, der Traubenlese noch eine Auslese folgen zu lassen. Diese muss sich bei gemischtem Satz vor allem auf die Trennung von weissen und blauen Trauben, sowie der verschiedenen Sorten beziehen. Ferner sollen alle nassfaulen, kranken und unreif eingetrockneten Trauben entfernt werden, was häufig auch durch eine Vorlese geschieht. Da bei der Edelfäule die einzelnen Trauben zu verschiedenen Zeiten faul werden, so wird eine Edelfaul-Auslese in der Weise vorgenommen, dass man die jeweilig gefaulten Trauben in etwa 3 Ernten abnimmt. Dabei werden für hochedle Weine auch noch die nichtfaulen Beeren jeder Traube entfernt. Die erste Auslese liefert die besten Weine. In derselben Weise führt man die Cibeben-Auslese durch, zur Herstellung von Cibebenwein. Endlich kann bei der Auslese auch Rücksicht genommen werden auf die verschieden guten Lagen desselben Weingartens, sowie auf die verschiedene Stellung der Trauben am Weinstock. Eine weitgehende Auslese verlohnt sich jedoch immer nur dann, wenn das Erzeugnis durch dieselbe eine entsprechende Steigerung in Güte und Werth erfährt. Zur Herstellung von stärkeren Weinen oder Süssweinen werden öfter die sorgfältig abgeschnittenen Trauben an luftigen, frostfreien Orten auf Hürden so lange getrocknet, bis sie 10—20 Proc. Wasser verloren haben. Da dies meist auf Stroh geschieht, nennt man die so hergestellten Weine häufig Strohweine. Ist bei diesem Trocknen die Luft feucht, so findet eine Art Edelfäule statt, im Gegenfalle tritt Cibebenbildung ein.

Der unmittelbare Verkauf der Trauben hat namentlich für kleinere Besitzer viele Vortheile und wird auch gegenwärtig durch die bequemen Verkehrsverhältnisse ungemein begünstigt. Die Trauben werden entweder als Tafeltrauben verkauft oder zur Weinbereitung benützt. In Frankreich werden häufig die Tafeltrauben besonders gezogen, indem man während ihrer Entwicklung die Zahl der Beeren allmählig vermindert, wodurch die übrigbleibenden Beeren besonders gross und schön werden. Da die Trauben im Winter und Frühjahr 3—5fach so hohe Preise erzielen als zur Zeit der Lese, so trachtet man sie möglichst lange in möglichst unverändertem Zustande aufzubewahren. Am sichersten erreicht man dies durch Einlagern in dünnen Schichten auf Hürden bei etwa 1° R. über Null, was sich aber nur im Grossen lohnt. Bei Paris, besonders in Thomery, erhält man die Trauben dadurch das ganze Jahr frisch, dass man sie mit einem Stück einjährigen Holzes abschneidet und mit diesem in reihenweise aufgehängte Flaschen mit Wasser, dem man etwas Kohlenpulver zugesetzt hat, einführt. Gleichzeitig sorgt man für niedrige Temperatur und genügende Trockenheit der Luft. Das Aufhängen der Trauben zwischen Doppelfenstern, in kühlen Zimmern oder Speichern u. s. w. hat meist nur einen sehr geringen Erfolg. Zur Bereitung von Wein werden Trauben im Grossen namentlich bei günstigen Zollverhältnissen, sowie dort verkauft, wo die Bereitung des Weines in den Händen von Genossenschaften oder Händlern ist. In Deutschland und Frankreich findet endlich ganz allgemein der Traubenverkauf im Grossen zur Schaumweinerzeugung statt, da zur Bereitung feiner Erzeugnisse schon die Trauben eine besondere Behandlung erfahren müssen.

3. Weinbereitung. Zur Ueberführung der Trauben in Wein wird durch Zerquetschen derselben der Traubensaft frei gemacht und hierauf der Gährung überlassen. Ausserdem muss aber auch noch eine Trennung der festen von den flüssigen Bestandtheilen der Trauben durchgeführt werden. Dies geschieht entweder vor oder nach der Gährung, oder aber es wird ein Theil der festen Bestandtheile, nämlich die Kämme, vor der Gährung, der andere Theil, Hülsen und Kerne, nach derselben entfernt. Lässt man den Wein auf den Kämmen vergähren,

so nimmt er aus denselben grössere Mengen von Gerbsäuren und Aepfelsäure und jedenfalls auch andere, noch unbekannte Körper auf und erhält hiedurch zwar die Eigenschaft sich rasch zu klären, gleichzeitig aber auch einen unangenehmen, widerlich herben, sog. „grünen“ oder Kammgeschmack. Dieses Verfahren ist daher nur bei sehr geringwerthigen Weinen anwendbar, weshalb man sowohl bei Roth- wie bei Weiss-Weinen die Kämme vor der Gährung entfernt. Da das Trennen der Kämme von den bereits zerquetschten Trauben viel leichter und rascher ausführbar ist, als das vorherige Entbeeren der ganzen Trauben, so wird meist das erstere ausgeführt, was trotz der dabei stattfindenden Berührung des Mostes mit den Kämmen unbedenklich ist, da dieselbe nur so kurze Zeit dauert, dass ersterer in keiner Weise verändert wird. Das Vergähren auf den Kämmen wird indess, trotz seiner Nachtheile, vielfach noch in südlichen Weingegenden aus Bequemlichkeit und in Folge zähen Festhaltens an alten Ueberlieferungen angewendet, weshalb man hier viele geringwerthige Weine antrifft. Von grosser Wichtigkeit ist auch der Einfluss der Hülsen und Kerne auf den zu erzeugenden Wein. Im Allgemeinen wird zur Erzeugung von Weisswein der Most möglichst rasch von den Hülsen getrennt, oder höchstens ganz kurze Zeit auf denselben angähren gelassen, während zur Erzeugung von Rothwein die Vergährung stets auf den Hülsen erfolgt. Insbesondere muss die Trennung von Most und Hülsen dann sehr rasch geschehen, wenn aus farbigen Trauben weisser Wein erzeugt werden soll. Da jedoch in den Hülsen vieler Traubensorten, wenn auch nicht aller, gerade die Hauptmasse der feinsten Geruch- und Geschmackstoffe enthalten ist, so ist es häufig von Vortheil, den Most mit denselben durch etwa 12—24 Stunden in Berührung zu lassen, bis eine schwache Gährung begonnen hat. Es muss dies jedoch mit grosser Vorsicht geschehen, da hiebei leicht auch schädliche Stoffe in so grosser Menge in den Weissweinmost gelangen können, dass derselbe gänzlich verdorben wird. Vor allem übergeht der Gerbstoff der Hülsen und Kerne, letzterer leichter als ersterer, in den Most und ertheilt ihm einen zu herben und rauhen Geschmack. Noch mehr sind es aber andere, noch unbekannte Hülsenbestandtheile („Chlorophyllabkömmlinge“ B a b o), welche dem, auf den Hülsen vergohrenen, Weissweine einen unangenehmen, rauhen Geschmack ertheilen. Namentlich ist dies dann der Fall, wenn die Hülsen längere Zeit mit Luft in Berührung gekommen sind und dadurch eine braune Farbe erhalten haben. Auch diese letztere theilen sie dann dem Weine mit, wodurch er noch geringwerthiger wird. Viel weniger schädlich sind die Hülsen edelfauler Trauben, da in ihnen vorzugsweise die nachtheilig wirkenden Stoffe zerstört sind. In ähnlicher Weise günstig verhalten sich auch die Hülsen erfrorener Trauben, die noch einige Zeit auf Hürden liegen geblieben sind. Auch kurze Einwirkung heisser Luft oder heissen Wassers soll eine ähnliche Wirkung hervorbringen, welches Verfahren aber keine Anwendung findet. Dasselbe gilt auch von jenem Verfahren, nach welchem die ganzen, unvermaischten Trauben, möglichst dicht gelagert in Bottichen einer Selbstgährung überlassen werden. Endlich wäre noch zu erwähnen, dass auch die Hülsen von ganz oder theilweise eingetrockneten Trauben (Cibeben und Halbcibeben) bei längerer Berührung mit Most diesen nicht so ungünstig beeinflussen wie frische. Ganz gegentheilig ist das Verhältnis der Hülsen zum Moste beim Rothweine. Bei diesem m u s s die Vergährung auf den Hülsen erfolgen, weil der Farbstoff der blauen Trauben nur in einer s o l c h e n Flüssigkeit in genügendem Grade löslich ist, welche neben Weinsäure und Aepfelsäure auch Alkohol enthält. Die Trennung der Hülsen und Kerne von der Flüssigkeit erfolgt somit beim Rothweine stets erst n a c h der Gährung. Sind die Hülsen blauer Trauben völlig ausgereift, enthalten sie also keine grünen Stellen mehr, so ertheilen sie auch dem Weine keinen unangenehmen Geschmack übertragen vielmehr auf ihn die ihnen eigenthümlichen Bouquetstoffe. Auch darin verhalten sie sich gegentheilig zu den Hülsen der weissen Trauben, dass ihre Wirkung auf den Most durch Edelfäule, durch Eintrocknen und durch Ueberreife und starke Sonnenhitze verschlechtert wird, indem hiedurch sowohl eine Zerstörung des Farbstoffes als auch Bildung unreiner

Geschmackstoffe herbeigeführt wird. Mitunter wird die Trennung der Trester vom Moste auch derart ausgeführt, dass man die ganzen, noch unzerquetschten Trauben presst. Dies Verfahren, welches namentlich zur Herstellung feiner Schaumweine verwendet wird, hat den Zweck, die verletzten Hülsen durch möglichst kurze Zeit mit der Luft und dem Moste in Berührung zu bringen und so zu verhindern, dass derselbe durch sie gefärbt werde oder einen herben Geschmack erhalte. — Das Trennen der Beeren von den Kämmen wird Abbeeren, Rebeln, Rebbeln oder Rappen genannt. Der durch Zerquetschen der Trauben erhaltene Brei heisst Maische, seine Herstellung Maischen. Aus der Maische wird durch Pressen oder Keltern der Traubensaft gewonnen, der den Namen Most führt. Bei der Rothweinerzeugung werden die Treber erst abgepresst, wenn auf ihnen der Most zu Jungwein vergohren und von denselben abgezogen ist. Der hiebei erhaltene Wein wird Presswein genannt.

Rebeln. Dieses wird, wie schon erwähnt, nur selten vor dem Maischen ausgeführt. In diesem Falle beert man entweder mit der Hand oder mit dreizinkigen Holzgabeln ab, oder am häufigsten in der Weise, dass man die Trauben auf ein Drahtgitter mit 15—20^{mm} breiten Maschen schüttet und durch Bearbeitung mit den Händen oder mit Holzkrücken die Trennung vornimmt. Sehr selten benützt man eine aus einem solchen Drahtgitter hergestellte sog. Rebeltrommel, welche etwa 3^{m} Länge und 75^{cm} im Durchmesser hat, schräg liegt und um ihre Längsachse gedreht wird. In Folge des verschieden festen Haftens der Beeren soll hiebei gleichzeitig ein Sortiren nach der Reife derselben stattfinden. In den meisten Fällen rebelt man erst die fertige Maische. Auch hiebei bedient man sich des erwähnten Drahtgitters. Man bearbeitet entweder auf demselben die Maische mit Holzkrücken oder benützt es als Boden eines Siebes, welches durch Hin- und Herbewegen auf kleinen Rollen gerüttelt wird. In grösseren Kellereien wird dieses Rütteln durch eine einfache Vorrichtung bewirkt, die durch eine Kurbel mit Schwungrad in Bewegung gesetzt wird.

Maischen. Dieses geschieht durch Treten, Stampfen, mit Reiben oder am häufigsten mittelst sog. Traubenmühlen. Das Treten mit nackten Füssen wird gegenwärtig namentlich in südlichen Gegenden noch häufig angewendet, während in nördlichen Gegenden wegen der niedrigen Temperatur der Maische sog. Tretstiefel angezogen werden und dieses Verfahren überhaupt seltener in Gebrauch ist. Bei genügender Reinlichkeit kann gegen die Anwendung der blossen Füsse nichts eingewendet werden, sie hat vielmehr den grossen Vortheil, dass durch dieselben blos die weichen, also völlig reifen Beeren zerdrückt werden und Kerne, wie Kämme völlig unverletzt bleiben, so, dass Bestandtheile dieser nicht in den Most gelangen können. Bei Anwendung von Tretstiefeln fällt dieser Vortheil jedoch fort. Das Stampfen der Trauben wird häufig noch in Oesterreich-Ungarn, z. Th. auch am Rhein betrieben. Es wird mit hölzernen, keulenförmigen Stösseln in einer Butte oder einem Schaff, dem sog. Mostelschaff ausgeführt. Am zweckmässigsten ist es, wenn das betreffende Gefäss einen Siebboden hat, durch welchen der Traubensaft in eine darunter befindliche Kufe abfliessen kann, weil dann die Maische stets einen hinreichend dicken Brei bildet. Die Erzeugung der Maische auf der Reibe ist zeitraubend, daher kostspielig und nur noch selten in Uebung. Die Reibe oder das Reibebrett ist ein flacher Holzkasten, dessen Boden mit Längsriefen und Sieblöchern versehen ist und auf welchem der Reiber, ein gerieftes Brett, rechtwinklig auf die Riefenrichtung hin- und herbewegt wird. Statt des hölzernen Siebbodens wird wohl auch ein Drahtgitter angewendet. Bei der sog. Reibmühle wird das Reiben auf einer halbcylindrisch gekrümmten Fläche vorgenommen, welche rostartig aus Holzstäben hergestellt ist und über welcher der Reiber mittelst einer Kurbel hin- und herbewegt wird. Auf dieser Vorrichtung wird gleichzeitig gerebelt und gerieben. Am allerhäufigsten wird das Maischen durch die sog. Traubenmühlen vorgenommen, welche gegenwärtig die grösste Verbreitung haben. Ihr grösster Vortheil ist ihre grosse Leistungsfähigkeit. Sie bestehen aus zwei Walzen, die in verschiedener Weise gerieft sind, gegeneinander verstellt werden können und mit Kurbel und Zuführungstrichter versehen sind. Die Walzen sind entweder aus Holz, Eisen oder Gummi, oder man stellt Holzwalzen her, die mit Eisenleisten versehen oder mit gewelltem Blech überzogen sind. Die Holzwalzen werden durch ungleiche Quellung sehr leicht unrund, die Gummiwalzen sind bei verschiedenen Temperaturen sehr verschieden hart. Es werden daher am häufigsten Eisenwalzen verwendet. Dieselben haben am zweckmässigsten eine Länge von 50^{cm}, einen Durchmesser von 12^{cm} und eine ungleiche Umdrehungsgeschwindigkeit. Diese Traubenmühlen sind meist auf zwei längeren Latten angebracht, so dass sie leicht auf einen Bottich gestellt werden können, oder sie befinden sich auf einer Art einrädrigem Karren, welcher eine leichte Fortschaffung derselben ermöglicht. Vielfach werden sie auch mit Vorrichtungen zum gleichzeitigen Abbeeren in Verbindung gebracht.

Die Trennung des Mostes von den Trebern erfolgt nicht überall durch Pressen. In vielen Gegenden Italiens wird der Most nur durch Austreten mit den blossen Füssen gewonnen. Es liegt dies daran, weil in Folge alter Rechte an vielen Orten, an denen Theilwirthschaft herrscht, der durch Aufgiessen von Wasser auf die Treber gewonnene Nachwein dem Bauer gehört und dieser daher möglichst viel Most in den Trebern belässt. Mehrfach

wurde auch vorgeschlagen, den Most durch Ausschleudern zu gewinnen, was sich jedoch nicht bewährt hat. Ueberall, wo die Weinerzeugung auf einer etwas höheren Stufe steht, wird daher die Mostgewinnung ausschliesslich durch Pressen vorgenommen. Man verwendet einfache Hebelpressen, Kniehebelpressen und Spindelpressen. Hydraulische Pressen sind zwar vielfach versucht und vorgeschlagen worden, sind jedoch für diesen Zweck zu theuer. Näheres über die Weinpressen siehe im Aufsatz Presse VII pag. 39. Vielfach lässt man das erste Ablaufen des Mostes nicht auf der Presse selbst, sondern auf dem sogen. Ablaufboden vor sich gehen, einem schräg stehenden Bretterboden mit Umfassung, auf welchem die Maische so lange verbleibt, bis sie eine gewisse Trockenheit und Festigkeit erreicht hat. Dieses Verfahren wird überall da angewendet, wo man noch ohne Presskorb presst. Es hat den grossen Nachtheil, dass sich die Maische bei dem längeren Liegen an der Luft durch Oxydation verändert, bräunt und dem Weine einen Trebergeschmack verleiht. Bei allen neueren und auch den alten rheinischen Pressen wird daher die Maische unmittelbar in den Presskorb gebracht. Wird kein Presskorb angewendet, so presst man die am Ablaufboden fest gewordene Maische entweder ohne jede Umhüllung, indem man sie nur mit Schichten einjährigen Rebholzes durchsetzt (kroatisches Verfahren), oder man setzt sie in Gestalt eines abgestutzten Kegels auf, den man entweder mit einem Seil umwickelt (dalmatinisches Verfahren) oder mit eisernen Reifen umgibt, die nach oben immer kleiner werden (österreichisches Verfahren). In beiden Fällen müssen beim Niedergang der Pressplatte die oberen Windungen in die unteren hineinpassen. Der Presskorb ist beim alten rheinischen Verfahren ein vierseitiger Holzkasten, dessen Innenwände derart mit senkrecht stehenden Latten belegt sind, dass hierdurch Rillen entstehen, die sich nach aussen erweitern. Besser, weil fester als der vierseitige, ist jedoch der runde Presskorb, der auch, da er ursprünglich aus Toskana stammt, toskanischer Korb genannt wird. Er wird daher auch bei allen neueren Weinpressen ausschliesslich angewendet. Derselbe stellt ein cylindrisches Gefäss dar, das aus Latten hergestellt ist, die an eisernen Reifen derart befestigt sind, dass zwischen ihnen Spalten frei bleiben, die sich nach aussen erweitern. Gelenke und Schliessvorrichtungen in den Reifen ermöglichen ein leichtes Oeffnen und Schliessen des Korbes in zwei Hälften. Um eine grosse Menge Maische möglichst vollständig abpressen zu können, muss das Abfliessen des Saftes aus derselben so viel wie möglich erleichtert werden. Dies geschieht häufig durch schichtenweises Einlegen von Böden aus Weidengeflecht in die Maische oder durch ebenso eingelegte speichenförmig angeordnete Bündel aus geschälten Weidenruthen. Zu Beginn des Pressens fliesst der Most stets trübe und enthält noch gröbere Theile der Maische, welche durch ein vorgelegtes Haarsieb zurückgehalten werden. Später fliesst er völlig klar und dieser Theil des Mostes ist es, welcher auch unmittelbar zum Ausschank gelangen kann. Bei besseren Trauben, bei denen es sich verlohnt möglichst viel Most zu gewinnen, wird der erhaltene Presskuchen, nach entsprechendem Zurichten, noch ein zweitesmal und selbst noch ein drittesmal abgepresst. Das Zurichten erfolgt entweder nach dem österreichischen Verfahren, auch Scheitern genannt, oder nach dem deutschen oder rheinischen Verfahren, das auch den Namen Schneiden führt. Beim Scheitern wird der Presskuchen auf einem besonderen Boden mit den Händen so zerrieben, dass er wieder völlig locker wird und dann wieder in den Presskorb gebracht. Beim Schneiden dagegen bleibt der Presskuchen nach Entfernung des Presskorbes in der Presse stehen und wird an seinem Umfange mit Hilfe des sog. Trebermessers, einer Art Spaten, etwa 6^{cm} tief beschnitten. Die erhaltenen Abschnitte werden auf den Presskuchen gelegt und das Ganze nun ohne Umhüllung gepresst. Da hiebei der Umfang des Kuchens feucht bleibt, so wird das gleiche Verfahren nochmals angewendet und dabei noch zwei senkrechte, kreuzförmig angeordnete Schnitte in den Kuchen gemacht, welche sich beim darauffolgenden Pressen öffnen und das Abfliessen des Mostes erleichtern. Von diesen beiden Verfahren beim wiederholten Pressen ist das österreichische das bessere, da bei ihm Kämme und Kerne unverletzt bleiben, während beim deutschen ein Zerschneiden derselben und sohin auch ein Uebergang ihrer Bestandtheile in den Most stattfindet. Der in den verschiedenen Abschnitten des Pressens gewonnene Most hat nicht völlig gleiche Beschaffenheit und Zusammensetzung. Ausser den bereits besprochenen Unterschieden und deren Ursachen (s. pag. 568) kommt hier namentlich noch die Einwirkung der Luft auf die Treber in Betracht, durch welche dieselben, wahrscheinlich unter gleichzeitiger Oxydation stark gebräunt werden und dem Moste einen Trebergeschmack mittheilen. Daher erhält man den reinsten Traubensaft durch leichtes Pressen ganzer Trauben. Der erste Antheil des Mostes, welcher ohne Pressen aus dem Presskorbe abfliesst, heisst Vorlauf. Mitunter gewinnt man denselben auch so, dass man einen Korb in die Maische drückt und den in demselben sich sammelnden Most abschöpft. Der so erhaltene Most heisst Abschöpfmost. Bei schwachem Druck fliesst dann die Hauptmasse des Mostes ab und bei starkem Druck folgt der Nachlauf oder Nachdruck. Bei feinen Weinen ist es empfehlenswerth, den Nachlauf und den beim Scheitern oder Schneiden erhaltenen Most getrennt von dem übrigen Wein zu verarbeiten.

Was die Ausbeute beim Pressen anbelangt, geben die Trauben etwa die Hälfte ihres Rauminhaltes Maische und diese liefert etwa $^1/_4$ Treber und $^3/_4$ Most. Je nach Jahrgang und Traubenart ist dieses Verhältniss ziemlich schwankend, so dass es bis auf $^3/_5$ Most und $^2/_5$ Treber herabgehen, aber auch auf $^4/_5$ Most und $^1/_5$ Treber steigen kann. Die Kämme betragen 3—5 und mehr von 100 Theilen der Maische. Die chem. Zusammensetzung des Mostes ist bereits bei Besprechung der Zusammensetzung der Beeren angegeben worden. (s. pag. 568).

Der aus den Trauben erzeugte Most wird nun der Gährung überlassen. Diese ist stets eine sog. „Selbstgährung", d. h. sie kommt ohne absichtlichen Zusatz gezüchteter Hefe zu Stande. Angeregt durch die Erfolge, welche Hansen und seine Schüler auf dem Gebiete der Reinzüchtung der Bierhefe errungen haben, hat man sich indess neuerer Zeit auch bereits der Frage der künstlichen Reinzüchtung der Weinhefe zugewendet, was aber bis jetzt noch ohne Einwirkung auf die Praxis geblieben ist. Auch hier hat es sich gezeigt, dass es verschiedene Spielarten von Weinhefe gibt, welche dem Weine einen verschiedenen Alkoholgehalt, verschiedenen Geruch und Geschmack ertheilen, ihn mehr oder minder haltbar machen, welche die Gährung rascher oder langsamer bewirken u. s. w. (s. hierüber Rommier, Compt. rend. Bd. 98 pag. 1594, Bd. 99 pag. 879; Chem.-Ztg. 1884 pag. 1076 und 1810; ferner L. Marx, Monit. scient. 4. Reihe, Bd. 2 pag. 1273). Beim Weine wird die Gährung hauptsächlich durch zwei Hefenformen hervorgerufen: *Saccharomyces ellipsoideus* I Hansen und *Saccharomyces apiculatus*. Letzterer Pilz, welcher nach der jetzt geltenden Auffassung kein echter *Saccharomycet* ist, tritt insbesondere im Anfange der Gährung in grösserer Menge auf, während ersterer die eigentliche Hauptgährung des Weines vollzieht. Beide kommen zur Zeit der Reife der Weinbeeren auf der Oberhaut dieser vor und gelangen von hier aus beim Maischen und Keltern in den Most. Von *S. apiculatus* ist durch die genauen und ausgedehnten Untersuchungen Hansens nachgewiesen worden, dass er auf gewissen süssen, saftigen Früchten, wie Kirschen, Pflaumen, Trauben, Stachel- und Erdbeeren u. s. w. vorkommt, sobald dieselben reif geworden sind, dass er in dem diese Gewächse umgebenden Boden überwintert, von hier aus im nächsten Jahre durch Winde und Insecten emporgeführt wird, wo er so lange dem Untergange preisgegeben ist, bis die wieder reif gewordenen Früchte ihm einen günstigen Boden zu Wachsthum und Vermehrung darbieten. Ganz ähnlich dürften wahrscheinlich auch die Lebensverhältnisse von *S. ellipsoideus I* beschaffen sein. Die Gährung, welche nun durch diese zwei Pilze hervorgerufen wird, erfolgt gewöhnlich in zwei Abschnitten, welche man als Hauptgährung und Nachgährung, auch stille oder Jungweingährung, unterscheidet. Die Ursache hievon liegt darin, dass man die Gährung meist in nicht heizbaren Gährräumen und zu Beginn der kalten Jahreszeit vornimmt, in Folge dessen die Temperatur allmälig so tief sinkt, dass die Gährung völlig oder fast völlig aufhört und erst wieder im nächsten Frühjahre mit steigender Lufttemperatur als Nachgährung von neuem beginnt. Bei künstlicher Erwärmung der Gährräume, oder günstigen natürlichen Temperaturverhältnissen, verläuft daher die Gährung nur in einem Abschnitt und die Nachgährung bleibt aus. Es ist dies nur von Vortheil, indem dadurch viel Zeit und Arbeit erspart wird, der Wein viel sicherer und vollständiger ausreift, weit weniger dem Verderben unterworfen ist und früher verkäuflich wird. In südlichen Gegenden lässt man die Hauptgährung bei höherer Temperatur vor sich gehen, wobei sie stürmisch und rasch verläuft; in nördlicheren Gegenden dagegen (Mitteleuropa) wird meistens noch eine langsamere und ruhigere Gährung bei niederer Temperatur bevorzugt. Man pflegt ersteren Vorgang als Obergährung, letzteren als Untergährung zu bezeichnen. Dieselben sind jedoch von einander durchaus nicht so wesentlich verschieden, wie dies bei der Ober- und Untergährung des Bieres der Fall ist (s. d.), scheinen vielmehr leicht in einander überführbar zu sein und nicht durch das Auftreten verschiedener Heferassen bedingt zu werden. Da man neuerer Zeit erkannt hat, dass die rasche Vergährung (bei höherer Temperatur) vor der langsamen wesentliche Vortheile voraus hat, so trachtet man sie allgemein einzubürgen. Der durch die Hauptgährung entstandene Jungwein ist noch rauh, unharmonisch, nicht vollkommen klar, im Geschmack und Geruch mehr oder weniger unrein und Veränderungen sehr leicht unterworfen. Diese Eigenschaften werden ihm erst durch eine geeignete Kellerbehandlung benommen, welche hauptsächlich in längerem Lagern unter günstigen äusseren Verhältnissen und in einem öfteren Abziehen von immer wieder entstehendem Geläger besteht. Er erlangt dabei all-

mälig seine Reife, welche sich dadurch kennzeichnet, dass der Wein weder bei kurzer Berührung mit Luft, noch bei wechselnder Temperatur wesentliche Veränderungen erleidet und sich in luftdicht geschlossenen Gefässen lange Zeit aufbewahren lässt, ohne sich zu trüben oder einen merklichen Absatz zu bilden. Dieses Reifen des Weines, das man auch den Ausbau oder das Schulen desselben nennt, wird hervorgebracht durch die vollständige Beendigung der Gährung und Abscheidung der Hefe, durch eine langsame Oxydation einzelner Weinbestand theile und durch allmälige Bildung von Estern. Einen genauen Einblick hat man übrigens in die Vorgänge bei der Reife noch nicht.

Bei der Gährung entsteht bekanntlich ausser Alkohol und Kohlensäure auch Glycerin und Bernsteinsäure. H. Müller-Thurgau hat vor kurzem gezeigt, dass die letzteren zwei Körper nicht Gährungsproducte sind, sondern durch den Stoffwechsel der Hefezellen zugleich mit Fett erzeugt werden. Je kräftiger die Hefe, insbesondere durch stickstoffhaltige Körper ernährt wird, desto mehr Glycerin wird erzeugt. Daher ist das Verhältniss zwischen Alkohol und Glycerin im Wein ein schwankendes (Chem.-Ztg. 1886 pag. 1217). Ausser diesen zwei Körpern bildet sich ferner bei der Gährung des Weines eine sehr kleine Menge von Essigsäure, die wahrscheinlich der Wirkung von Essigbakterien ihre Entstehung verdankt. Wenn von derselben etwas grössere Mengen gebildet werden, so tritt nach Barth die Menge des gebildeten Glycerins bedeutend zurück, so, dass sie selbst unter 7 von 100 des entstandenen Alkohols sinken kann (Weinlaube Bd. 17 pag. 97). Ein Erzeugnis der Gährung sind endlich auch noch die Weinfuselöle, der sogenannte Oenanthäther oder das Weinöl. Nach älteren Versuchen Weigelts und neueren Nesslers (Chem.-Ztg. 1886 pag. 1218) nimmt vergohrener Wein, wenn er längere Zeit auf der Hefe lagert, aus dieser stickstoffhaltige Körper auf, durch welche er schleimig wird und zu Krankheiten und Zersetzungen sehr hinneigt. Unter diese stickstoffhaltigen Ausscheidungen, vielleicht auch Zersetzungsproducte der Hefe, gehört wahrscheinlich auch das von Oser dargestellte, sogenannte Gährungsalkaloid, das auch im Weine vorkommen soll. Der bei der Gährung gebildete Alkohol fällt den Weinstein, sowie etwas weinsauren Kalk, Pektin- und Eiweisstoffe. Die stickstoffhaltigen Bestandtheile werden zur Bildung der Hefe sehr stark verbraucht und vermindern sich daher bedeutend. Findet die Gährung auf den Trebern statt, so wird der Wein hiebei durch Aufnahme von Hülsenbestandtheilen, die ihrerseits wieder zur Ausfällung von Eiweisstoffen Veranlassung geben, in der bereits früher angegebenen Weise verändert, was durch die höhere Temperatur der Gährung und den bei derselben gebildeten Alkohol wesentlich begünstigt wird. Es ist daher in diesem Falle auch die Dauer der Gährung und das Verhältnis der Hülsen zum Moste durchaus nicht gleichgiltig. Bei Weissweinen muss das Gähren auf den Trestern, wenn es überhaupt stattfindet, nur ganz kurze Zeit dauern, ein blosses Angähren sein, und bei möglichst niedriger Temperatur stattfinden. Auch ist es gut, einen Theil der Trester vorher zu entfernen. Trester von werthvollen Trauben, wie Riesling, Muskateller u. a. können auch dadurch vortheilhaft ausgenützt werden, dass man deren Most nach kurzem Angähren abzieht und noch einen geringwerthigen Most auf ihnen angähren lässt, der ihre Bouquetstoffe vollends aufnimmt. Bei Rothweinen ist es in südlichen Gegenden, wo man meist farb- und gerbstoffreiche Trauben zur Verfügung hat, oft wünschenswerth, die Menge des Mostes im Verhältniss zu den Trestern zu vermehren. Es geschieht dies entweder durch Entfernung eines Theiles der Trester mittels Abpressen oder besser und häufiger durch Zugiessen von weissem Most mit oder ohne vorherigem Abschöpfen des Rothweinmostes. Man gewinnt so aus weissem Most häufig einen sehr guten Rothwein, der sogar mitunter besser sein kann als der ursprüngliche. In nördlicheren Gegenden, wo der Farbstoffgehalt der Trauben ein geringerer ist, sucht man dagegen gerade umgekehrt die Menge der Trester im Verhältniss zum Most zu vermehren. Dies wird namentlich in Böhmen und hie und da am Rheine derart bewirkt, dass man aus einem Theil der Maische durch rasches Abpressen

oder Abschöpfen einen Weisswein gewinnt, der den Namen Weissherbst oder Labin führt und die so erhaltenen Trester der übrigen Maische zusetzt, die dann einen sehr dunklen Wein liefert. Eine ähnliche Wirkung auf den Farb- und Gerbstoffgehalt des Rothweines kann man auch dadurch erzielen, dass man die Gährung auf den Trestern längere oder kürzere Zeit dauern lässt. In nördlichen Weingegenden lässt man daher die Trester längere Zeit mit dem Wein in Berührung, während man denselben in südlichen Gegenden meist bald abzieht, was aber den Nachtheil hat, dass hierdurch die Gährung unterbrochen wird. Es ist daher besser in diesem letzteren Falle den Farbstoffgehalt der Hülsen durch Aufgiessen von weissen Most oder dadurch auszunützen, dass man möglichst dunkle Verschnittweine herstellt, die zur Ueberführung von Weissweinen in Rothweine oder zum Dunklermachen farbstoffarmer Rothweine in nördlicheren Gegenden in grosser Ausdehnung Verwendung finden. Lässt man Most nur ganz kurze Zeit auf frischen Hülsen blauer Trauben oder längere Zeit auf bereits ausgelaugten, so erhält man Schillerwein, welcher in manchen Gegenden, z. B. in Würtemberg oder Steiermark sehr beliebt ist. Der günstigste Wärmegrad des Mostes für den Beginn der Gährung ist 20 bis 25° C. Kälterer Most wird daher zweckmässig auf diese Temperatur gebracht, indem man einen Theil desselben mittels eines Pasteurisirungsapparates, oder durch eine besonders hiefür bestimmte Vorrichtung, etwas über die gewünschte Temperatur erwärmt und mit dem anderen Theil vereinigt. Vielfach wird jedoch auf diesen wichtigen Punkt gar keine Sorgfalt verwendet und die Gährung nicht bei einer bestimmten, sondern je nach der Witterung bei verschiedener Temperatur eingeleitet. Bei zu grossen Flüssigkeitsmengen kann durch die Gährung die Temperatur um 10—15° C. steigen. Da durch Einwirkung zu hoher Temperatur auf die Hülsen der Geschmack, die Feinheit und die Farbe des Weines sehr leidet, ja bei zu hoher Temperatur selbst die Gährung unterbrochen werden kann, so sind zu grosse Flüssigkeitsmengen zu vermeiden. Durch die Gährung wird, wie leicht begreiflich, auch die Dichte des Mostes geändert. Vor der Gährung ist dieselbe grösser, nach derselben etwas kleiner als jene des Wassers. Dieser Umstand, sowie die Temperaturänderungen, geben ein Mittel an die Hand, den Verlauf der Gährung zu beobachten. Ein eigenthümliches Verfahren der Ueberführung von Most in Wein wurde von Reihlen in Stuttgart angegeben (D. R. P. 10945, 1880; Z. P. 14033, 1881 u. Z. P. 17943, 1882). Nach demselben werden zunächst die Hülsen dadurch von der ihnen an der Innenseite anhaftenden klebrigen Masse befreit, dass man sie in sich drehenden Lattentrommeln unter Zufluss von Most mit Glas- oder Steingutkugeln behandelt, worauf sie rasch bei 60—100° C. getrocknet werden. Durch eine Putzmühle, ähnlich den Getreidefegemühlen, werden sie dann von den Kernen befreit und hierauf dem Moste zugesetzt, der inzwischen zum Sieden erhitzt worden war und wieder entsprechend abgekühlt wurde und in welchem hierauf die Gährung eintritt. Nach Reihlen verläuft die Gährung rasch, die Flüssigkeit bleibt klar, der Wein wird reich an Aroma, und Rothwein auch reich an Farbstoff, er wird früher reif, und weniger leicht krank. Diese Angaben wurden durch Sachverständige, z. Thl. auch durch Analysen bestätigt (s. Gantter, Weinbau 1882 Bd. 8 pag. 125 und 132). Nach Reihlen soll die Ursache dieser Wirkungen darin liegen, dass die fremden Pilzkeime getödtet werden und sich die Hefe in den durch die Hitze zerplatzten Zellen der Hülsen ansiedelt. Jedenfalls wirkt auch noch die Ausfällung der Eiweissstoffe und die chemische und physikalische Veränderung der Hülsen mit. Für die Praxis scheint das Verfahren zu umständlich zu sein. Reihlen schlägt vor, die nach ihm zubereiteten Hülsen auch zur Darstellung von Schaumwein, Süsswein, gewöhnlichem und Champagnerbier u. s. w. zu verwenden.

In Folge der Veränderungen, welche der Most durch die Gährung erleidet, scheiden sich aus demselben Körper aus, welche sich allmälig zu Boden setzen und das Geläger, Weingeläger, Weinlager oder Fassgeläger darstellen. Dasselbe besteht der Hauptmasse nach aus Hefe und Weinstein, enthält aber auch unlöslich gewordenes Pektin, Eiweiss, ferner Farbstoff und andere Ex-

tractivstoffe, sowie feine Zellwände des Fruchtfleisches der Weinbeeren, das sog. Mark. Bei der Hauptgährung des Mostes bleibt fast stets eine kleine Menge Zucker unvergohren, da meist der Gährraum nicht genügend warm ist und der gebildete Alkohol die Gährung erschwert. Ist der Lagerraum, in welchen der Jungwein gebracht wird, sehr kalt, so tritt die Nachgährung erst nach einer Unterbrechung bei zunehmender Luftwärme im Frühjahre ein. Ist dagegen der Lagerraum wärmer, so geht die Hauptgährung ohne Unterbrechung in die Nachgährung über. Diese ist eine um so stärkere, je unvollständiger die Hauptgährung verlaufen war, kann dagegen auch vollständig ausbleiben, wenn die Bedingungen für die Hauptgährung sehr günstig waren. Dieser Fall tritt jedoch selten ein. Das nach der Hauptgährung stattfindende Abziehen vom Geläger begünstigt den Eintritt der Nachgährung, da hiebei die im Jungweine gelöste Kohlensäure entweichen und an ihre Stelle Sauerstoff treten kann, welcher die Hefe zu neuer Thätigkeit anregt. Weine aus sehr süssen Trauben müssen ihre Nachgährung, aber auch die Hauptgährung, bei höherer Temperatur durchmachen, da die grösseren Mengen entstehenden Alkohols die Gährung erschweren und leicht Zucker zurückbleiben könnte, welcher den Wein unfertig macht, indem dann in ihm leicht wieder Nachgährungen eintreten können. Dasselbe gilt meist auch für Weine, welche auf den Trestern vergähren, da bei diesen die Hauptgährung häufig vor ihrer Vollendung unterbrochen werden muss, damit der Wein nicht zu viel Farb- und Gerbstoffe aus den Trestern aufnimmt. Die Vornahme der Gährung bei möglichst hoher Temperatur ist zur Erzielung eines möglichst haltbaren Weines auch dann sehr vortheilhaft, wenn eine vollkommene Vergährung des Zuckers unmöglich ist, sei es, dass der Zuckergehalt entweder von vornherein oder zu Folge Trocknung der Trauben oder Zusatzes von Zucker ein sehr hoher ist, sei es, dass durch Zusatz von Alkohol zum Moste oder halbvergohrenem Weine die Gährung unterdrückt wird. Das Ausbleiben der Nachgährung und Süssbleiben des Weines kann übrigens auch dadurch hervorgerufen werden, dass dem Moste bezw. Jungweine die zureichende Menge von Nährstoffen der Hefe fehlt. Da Sauerstoffzutritt das Wachsthum der Hefe auf Kosten ihrer Gährwirkung befördert, so kann durch genügendes Lüften des Mostes unter günstigen Verhältnissen auch künstlich eine vorzeitige Erschöpfung der Nährstoffe der Hefe und somit eine unvollständige Vergährung des Zuckers erreicht werden. Man sucht dasselbe Ziel auch durch Anwendung von schwefliger Säure oder Salicylsäure zu erreichen, die jedoch verwerflich ist und auch ihren Zweck nicht völlig erfüllt. In Folge der Schwankungen der Temperatur findet die Nachgährung, namentlich wenn sie länger dauert, häufig in mehreren Abschnitten statt, welche durch Zeiträume verhältnissmässiger Ruhe getrennt sind. Sowohl am Ende eines solchen Abschnittes, als auch vor Beginn eines neuen, zieht man den Wein von dem vorher abgesetzten Geläger ab. Erst wenn der Wein von jeder Spur Hefe auf diese Weise befreit ist, gewinnt er einen völlig reinen Geschmack und Geruch. Erhöhung der Lufttemperatur sowie auch Erniedrigung des Luftdruckes, oder beide gemeinsam, vermögen übrigens eine, der Nachgährung äusserlich ähnelnde, mit ihr jedoch in keinerlei Zusammenhang stehende Erscheinung hervorzurufen, welche als Treiben des Weines bekannt ist. Sie beruht auf dem Entweichen der aufgelösten Kohlensäure bei höherer Temperatur und niedrigerem Luftdruck, sowie auf der Ausdehnung des Weines durch Erwärmung und gibt sich durch Entwicklung von Kohlensäure, Auftreiben des Gelägers, Erhöhung des Druckes im Fasse, Ueberlaufen des Inhaltes u. s. w. kund. Man bezeichnet sie auch fälschlich als Lagergährung. Eine wichtige Rolle beim Reifen des Weines spielt der Sauerstoff der Luft, was namentlich durch die Arbeiten von Pasteur festgestellt wurde. Dieser zeigte, dass Wein mit grosser Leichtigkeit Sauerstoff aus der Luft aufnimmt und denselben so rasch für innere Oxydationsvorgänge verbraucht, dass in ihm niemals freier Sauerstoff vorgefunden wird, vielmehr stets an seine Stelle Kohlensäure getreten ist. Bei der Aufbewahrung des Weines in hölzernen, stets voll gehaltenen Gefässen, wird der Sauerstoff durch die Poren

des Holzes aufgenommen. Viel reichlicher ist natürlich die Aufnahme beim Abziehen des Weines. Die Aufnahme des Sauerstoffes durch die Poren des Fassgeschirres wird hauptsächlich durch die allmälige Verdunstung des Weines befördert. Auch der beständige Wechsel der Temperatur und des Luftdruckes, sowie die Diffusion zwischen der Luft und der im Weine gelösten Kohlensäure tragen nicht unwesentlich zur Aufnahme des Sauerstoffes bei. Alle Verhältnisse, welche die Verdunstung des Weines beschleunigen, wie: hohe Temperatur, trockene Keller, Aufbewahrung des Weines in kleinem Geschirr aus dünnwandigem, wenig dichtem Holze, lebhafte Lüftung der Kellerräume u. s. w. werden auch die Aufnahme des Sauerstoffs und somit auch die Reife des Weines wesentlich fördern. Ein zu rascher Verlauf der Oxydationsvorgänge und eine zu lebhafte Verdunstung ist jedoch, namentlich bei feineren Weinen, der Güte derselben abträglich. Auch muss die Oxydation um so vorsichtiger und langsamer vorgenommen werden, je mehr sich der Wein dem Höhepunkt seiner Ausbildung nähert, da ein Ueberschreiten dieses Punktes, ein Zurückgehen der an dem Weine geschätzten Eigenschaften zur Folge hat und derselbe allmälig in den sog. gezehrten Wein übergeht (s. pag. 558). Daher wird der Wein, je älter er wird, in immer grössere und dichtere Geschirre und in kühlere Keller gelagert. Auch das Lagern desselben in Flaschen bewirkt einen sehr vollkommenen Abschluss des Sauerstoffes. Die Grösse des Schwundes oder Schwanens, d. h. die Grösse der Verdunstung, ist selbstverständlich je nach Umständen ziemlich verschieden. Sie beträgt im Mittel etwa 5 von Hundert des Fassinhaltes, kann aber auch auf 20 bis 25 von Hundert steigen oder auf 1 von Hundert sinken. In Folge des Schwanens ist es nothwendig, das Fass regelmässig aufzufüllen, da sich sonst leicht und rasch auf dem Weine Krankheitskeime, namentlich Kahm- und Essigpilze entwickeln, die nur auf freier Oberfläche desselben entstehen, allen Sauerstoff für sich in Anspruch nehmen und keine Spur von diesem in den Wein gelangen lassen. Die Aufnahme des Sauerstoffs durch die Fassporen ist bei einem noch jungen Wein nicht genügend um denselben entsprechend bald dem Ausreifen entgegenzuführen. Hiezu ist vor allem das Lüften beim Abziehen erforderlich. Daher werden junge Weine so abgezogen, dass sie der Luft hiebei eine möglichst grosse Oberfläche darbieten, indem man sie wiederholt übergiesst, oder in tief stehende Gefässe herabstürzen lässt, oder das Abziehen mittelst Brausen oder besonderer Piepen vornimmt. Aeltere Weine dagegen werden beim Abziehen möglichst vor der Berührung mit Luft geschützt. Die Wirkung des Sauerstoffs gibt sich zunächst dadurch zu erkennen, dass im Weine ein dunkel gefärbter Niederschlag entsteht, wobei Weisswein allmälig eine goldgelbe bis braune Farbe annimmt, während Rothwein mehr oder weniger verblasst. Wahrscheinlich werden durch die Oxydation die Eiweisstoffe und das Oenotamin sowie noch andere unbekannte Körper (sog. Extractivstoffe) in unlösliche Substanzen übergeführt. Im Rothwein dürfte der Farbstoff z. Thl. in Folge eigener Veränderung, z. Thl. unverändert durch die übrigen Niederschläge mitgerissen, ausgeschieden werden. Die Entstehung der gelben Weinfarbe wurde schon früher erwähnt (s. pag. 559). Ueber den Einfluss des Sauerstoffes auf die Geschmack- und Geruchstoffe des Weines können nur Vermuthungen aufgestellt werden. Der Geschmack wird jedenfalls schon durch die Ausscheidung der, durch Oxydation in Gestalt von Geläger sich absetzenden Körper verändert und ebenso dürften auch in Lösung bleibende Oxydationsproducte den Geschmack beeinflussen. Sicher ist dies der Fall von Aldehyd und Essigsäure. Allerdings dürfte letztere wohl niemals durch unmittelbare Oxydation, sondern immer durch Vermittlung von Essigpilzen entstehen. Auch die Geruchstoffe dürften wohl durch Oxydation wesentlich verändert werden. Während einige ihre Entstehung dieser erst verdanken dürften, ähnlich wie bei der Edelfäule durch Oxydation neue Geruchstoffe entstehen, scheinen andere durch zu weit gehende Oxydation völlig zerstört zu werden. Zu diesen letzteren gehören die ätherischen Oele, welche das Aroma des Weines bewirken (s. oben pag. 557). Solche Weine, wie z. B. Muskateller, können leicht bei völliger Reife bereits

einen Theil oder auch alles von ihrem Aroma eingebüsst haben. Steht dies zu befürchten, so müssen derlei Weine nicht durch Oxydation, sondern auf andere Weise z. B. durch Erwärmen (Pasteurisiren) zur Reife gebracht werden, indem hiebei wenigstens ein Theil jener Stoffe entfernt wird, welche sonst durch Oxydation unlöslich werden.

Ausser der Oxydation spielen beim Reifen des Weines auch noch andere Vorgänge eine, wenn auch minder wichtige Rolle. Vor Allem entstehen beim Lagern durch gegenseitige Einwirkung der Säuren des Weines, die Kohlensäure nicht ausgenommen, auf die Alkohole desselben allmälig Ester. Nach Berthelot ist in Weinen, welche 2—3 Jahre lagern, $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{8}$ der vorhandenen Säuren in Ester übergegangen, welche sich erst durch längeres Erhitzen mit Basen zerlegen. Hierdurch erklärt sich auch das beim Lagern beobachtete Zurücktreten der Säure. Die gebildeten Verbindungen sind grösstentheils sauere Ester. Von nicht unerheblicher Wirkung sind ferner aussergewöhnliche Temperaturverhältnisse. Längere Einwirkung sehr niedriger Temperaturen bewirkt eine starke Ausscheidung von Weinstein, der sich bei späterem Erwärmen fast gar nicht wieder löst, offenbar wegen mangelnder Bewegung der Flüssigkeit. Ein Gefrieren des Weines findet erst bei längerer Einwirkung von Temperaturen von —5 bis —10° C. statt. Hiebei scheidet sich das Eis in Blättern ab, die Alkohol höchstens mechanisch eingeschlossen enthalten, dagegen ziemlich reich an Bouquetstoffen sind. Auch wird natürlich Weinstein, sowie Eiweiss, Farbstoff und andere Körper ausgeschieden. Da der Rauminhalt des Weines sich beim Gefrieren vergrössert, so können völlig gefüllte Gefässe hiebei leicht zertrümmert werden. Nach dem Aufthauen ist gefroren gewesener Wein oft sehr unharmonisch. Nach längerem Lagern stellt sich jedoch das Gleichgewicht meist völlig wieder her. Wirkt bei nicht völligem Luftabschluss durch längere Zeit eine höhere Temperatur von 30—40 oder 45° C. auf Wein ein, so erhält derselbe einen Geschmack, welcher einen Anklang an die Eigenart alter Süssweine, wie Madeira und Tokayer, hat. An manchen Orten, wie z. B. in Cette, wird diese Wirkung zur Herstellung von Süssweinen verwerthet, indem man hier die entsprechend vorbereiteten Weine in Fässern monatelang in Hofräumen oder unter Dächern der grössten Hitze aussetzt. Erhitzt man Wein auf 50—60° C., so werden, durch die vereinigte Wirkung von Wärme, Alkohol und Säuren, alle in demselben vorhandenen Fermentwesen getödtet. Hierdurch kann somit auch ein noch nicht reifer Wein in einen haltbaren Zustand übergeführt werden. Dieses Verfahren wurde zuerst von Pasteur angegeben und führt nach ihm den Namen Pasteurisiren. Ueber die Ausführung s. später. Durch das Erwärmen auf so hohe Temperaturen wird übrigens auch die Reife unmittelbar beschleunigt, indem hiebei namentlich in Jungweinen ein Niederschlag entsteht, der ähnlich zusammengesetzt ist wie jener, welcher durch die Oxydation bei längerem Lagern gebildet wird. Geringe Veränderungen in der Zusammensetzung des Weines werden auch durch die Verdunstung desselben herbeigeführt. Da diese den Alkohol in höherem Masse betrifft als das Wasser, so nimmt zunächst der Gehalt an diesem etwas ab. Der Verlust kann $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Proc. und mehr in einem Jahre betragen. Dagegen nimmt der Säuregehalt, nachdem er anfangs durch Esterbildung etwas abgenommen hatte, in Folge der Verdunstung und des Nachfüllens beständig zu. Diese letzteren Ursachen bewirken es auch, dass Wein selbst bei gleichbleibender Temperatur immerwährend kleine Mengen von Weinstein abscheidet.

Während des Lagerns erreicht jeder Wein zu einer bestimmten Zeit seine höchste Entwicklung, d. h. jenen Zustand, in welchem sein Geschmack am harmonischesten, sein Bouquet am vollkommensten ausgebildet ist. Dieser Zeitpunkt fällt nicht immer mit jenem der völligen Reife zusammen. Leichte Weine erreichen meist viel früher ihre höchste Entwicklung als ihre völlige Reife und würden bei Eintritt dieser, in Folge zu grossen Substanzverlustes, bereits viel von ihrem Werthe eingebüsst haben. Solche Weine eignen sich daher nicht zu langer Aufbewahrung, müssen vielmehr rasch verbraucht, oder, falls ihr Werth es verträgt, was meist nicht der Fall ist, durch Pasteurisiren haltbar gemacht werden. Zur völligen Flaschenreife können daher nur volle, gehaltreiche, stärkere Weine mit Vortheil gebracht werden.

Zur Bereitung und Aufbewahrung des Weines sind eigene Räumlichkeiten erforderlich, welche je nach Grösse des Betriebes, nach Art des zu erzeugenden Weines, nach den Witterungsverhältnissen des betreffenden Landes u. s. w. sehr verschieden eingerichtet sind und im allgemeinen den Namen Keller führen. Alle in ihnen vorzunehmenden Arbeiten werden in ihrer Gesammtheit als Kellerwirthschaft bezeichnet. Zu zweckmässiger Durchführung dieser sind erforderlich: 1. Gähr- und Arbeitsräume, 2. Lagerräume, auch Lagerkeller oder Keller im engeren Wortsinne, 3. Nebenräume. In Weissweingegenden, wie in Deutschland und vielen Orten Oesterreichs, hat man meist nur Lagerkeller; in Rothweingegenden sind jedoch auch Gährkeller vorhanden und bilden nicht selten den Hauptbestandtheil des Kellers. Die Nebenräume sind meist nur bei grossem Betriebe zu finden. Zu ihnen gehören: die Binderei, der

Verpackraum, der Raum für einen Dampfkessel (zum Ausdämpfen der Fässer), Speicher u. s. w. Bei gleichzeitiger Verwerthung der Abfälle der Weinbereitung vermehren sich diese Nebenräume natürlich noch bedeutend. Die zum Aufbewahren des Weines verwendeten Gefässe sind in verschiedenen Ländern sehr verschieden. Das ursprünglichste Gefäss ist wohl der aus einer Thierhaut hergestellte Weinschlauch, dessen man sich namentlich in heissen Gegenden noch vielfach bedient. Auch die in älterer Zeit fast ausschliesslich verwendeten Thongefässe, Weinkrüge, sind noch an vielen Orten in Gebrauch. Am häufigsten werden Holzfässer benützt, neuerer Zeit aber auch grosse, gemauerte, innen cementirte Gefässe in Verwendung gezogen. Für genügend haltbare Weine, „Flaschenweine", werden in grosser Ausdehnung Glasflaschen zum Aufbewahren gebraucht. Schläuche, Holzfässer und Flaschen dienen auch zum Versenden des Weines. Als Gährgefässe benützt man Weinkrüge, Fässer, Kufen und gemauerte, cementirte Gefässe.

Die Gährkeller sind in Rothweingegenden sehr häufig unmittelbar über dem Lagerkeller angebracht und heissen dann Ansatz. Sie sind entweder völlig oder nur etwa 1 bis $1\frac{1}{2}^{m}$ tief in den Boden versenkt. In warmen Gegenden werden sie sogar völlig ebenerdig hergestellt. Die Gährräume sollen hinreichend geräumig und leicht zugänglich sein, womöglich mit den Gährkellern in unmittelbarer Verbindung stehen, so dass der Wein aus ihnen in diese abgelassen werden kann, die Entfernung der gebildeten Kohlensäure gestatten und in kälteren Gegenden auch heizbar sein. Zur Heizung eignet sich am besten ein Füllofen mit gemauertem Mantel. Auch kann man unter den Gebinden Lauffeuer, Luft- oder Wasserheizungsröhren hinführen, ähnlich wie in Warmhäusern. Zur Entfernung der Kohlensäure genügen meist Fenster und Thüren. Nur unter besonderen Umständen sind Schornsteine oder eigene Lüftungs-Vorrichtungen erforderlich. In vielen Weissweingegenden wird blos der wärmere Theil des Lagerkellers als Gährkeller benützt, was jedoch entschieden unzweckmässig ist. Es sollten wenigstens ein oder mehrere kleine Abtheilungen zum Heizen eingerichtet sein. Die Temperatur im Gährkeller soll 15—25° C. betragen. Gewöhnlich werden in den Gährräumen auch die Pressen, Traubenmühlen, die Vorrichtungen zum Rebeln, sowie zum etwaigen Lüften der Maische aufgestellt und benützt. Sehr zweckmässig ist das Vorhandensein einer Wasserleitung zum Reinigen und ein gepflasterter oder aus Beton hergestellter Boden mit Gefälle und Abzugsrinnen.

In den Lagerkeller wird entweder nur Wein eingelagert, der die Hauptgährung bereits durchgemacht hat, oder er wird auch gleichzeitig als Gährkeller benützt. Da jedoch Haupt- und Nachgährung verschiedene Ansprüche an die Temperatur machen, so ist letzterer Gebrauch entschieden unpraktisch. Die Temperatur des Lagerkellers ist am zweckmässigsten 10—12° C. Sie soll das ganze Jahr hindurch möglichst unverändert bleiben. Man legt daher gute Lagerkeller meist unterirdisch, unter einem Wohnhause an. Ein guter Lagerkeller ist eine so wichtige Bedingung erfolgreicher Weinerzeugung, dass die Güte des Weines stets ein mehr oder weniger getreues Spiegelbild der Güte des Lagerkellers ist. In Deutschland, Frankreich, Ober- und Niederösterreich und Nordungarn sind meist gute Lagerkeller vorhanden, daher in diesen Gegenden ein kranker Wein nur selten ist. In Südungarn, Kroatien und Slavonien sind dagegen kranke Weine wegen schlechter Keller ungemein häufig. Auch in Dalmatien und Italien sind gute Keller eine Seltenheit und in den südlicheren Weinländern gehen wegen Mangel an guten Kellern alljährlich Millionen verloren. Ausser den Temperaturverhältnissen kommt für einen Lagerkeller noch Feuchtigkeit und Luftwechsel, sowie Lage des Kellers in Betracht. Die Kellerluft soll nahezu, aber nicht völlig mit Feuchtigkeit gesättigt sein. Bei zu grosser Trockenheit ist das Schwinden des Weines zu beträchtlich, bei zu grosser Feuchtigkeit dagegen gehen die Fässer rasch zu Grunde. Auch der Luftwechsel ist hauptsächlich für die Haltbarkeit der Fässer von Bedeutung. Die Lage wird für grössere Keller am besten so gewählt, dass von einer Seite aus ein ebener Eingang möglich ist. Der Boden des Kellers soll gepflastert oder besser cementirt sein und ein schwaches Gefälle, sowie Abzugsrinnen haben. Grössere Kellereien besitzen auch Wasserleitung, Schienenwege, Aufzüge u. s. w.

Von den verschiedenen, für den Wein gebräuchlichen Aufbewahrungsgefässen spielen Fässer und gemauerte, cementirte Gefässe die wichtigste Rolle. Ueber Gestalt und Herstellung ersterer siehe Böttcherei (I. pag. 677). Am allgemeinsten werden die Fässer aus Eichenholz hergestellt. In Südösterreich findet auch Lärchenholz und in Italien Kastanienholz Verwendung. Von den vielen Eichenarten eignet sich blos die Stiel- und Traubeneiche (*Quercus pedunculata* und *sessiliflora*) zur Fasserzeugung. Ein gutes Fassholz muss selbst in feuchten Räumen sehr dauerhaft, für Flüssigkeiten möglichst wenig durchlässig und sehr dicht sein, sowie dem Weine möglichst wenig fremde Körper mittheilen. Jedes neue Fass muss vor der Benützung in der Kellerwirthschaft derart hergerichtet werden, dass es dem Weine weder Geschmack noch Farbe des Holzes mittheilt. Man nennt dies das Weingrünmachen des Fasses. Am erfolgreichsten geschieht dies durch längeres Dämpfen mit Dampf von etwa 2 Atmosphären Druck. Fast ebenso wirksam ist siedendes Wasser. Ein häufig an-

gewendetes, aber weit weniger wirksames Mittel ist ein lange fortgesetztes Auslaugen mit kaltem, möglichst oft erneuertem Wasser. Bei Anwendung von heissem Wasser pflegt man diesem wohl auch Soda oder etwa 1 Proc. Schwefelsäure zuzusetzen. Bevor man derart gereinigte Fässer in Gebrauch zieht, pflegt man sie oft noch mit Trübwein oder mit frischer, reiner und mit Wasser verdünnter Weinhefe und hieranf mit kaltem Wasser auszuspülen oder, wie in Frankreich, mit starkem Weinsprit auszuschwenken. Trotzdem pflegt man in so gereinigte Fässer meist keinen feinen Wein einzufüllen, sondern wählt hiezu Tresterwein oder lässt erst Most darin vergähren, wobei sich eine Weinsteinkruste im Fasse bildet. Für Rothweine ist indess so grosse Vorsicht meist nicht erforderlich. Fässer, welche für längere Zeit ausser Gebrauch gesetzt werden sollen, müssen vorher gründlich gereinigt werden. Man nennt sie dann gesund im Gegensatz zu kranken Fässern, d. i. solchen, welche durch unrichtige Behandlung während ihres Nichtgebrauches schwach schimmlig geworden sind, oder in denen ein kranker Wein lagerte. Solche kranke Fässer müssen vor ihrer Wiederverwendung sehr sorgfältig gedämpft oder mit siedendem Wasser behandelt werden. Minder wirksam ist wiederholtes Schwefeln und Auswaschen. Auch Ausbrennen mit Sprit wird angewendet, wobei man diesen in geringer Menge einbringt, entzündet und sogleich das Fass verschliesst. Fässer, die längere Zeit ausser Gebrauch stehen, müssen, um sie gesund zu erhalten, von Zeit zu Zeit geschwefelt werden. In Folge der Vertheuerung des Eichenholzes werden Cementgefässe in der Weinwirthschaft immer mehr in Verwendung gezogen. Sie sind namentlich sehr geeignet zur Unterbringung grosser Massen von Most oder Maische in sehr weinreichen Jahren, als Ersatz der sehr theueren grossen Mischfässer zum Verschneiden des Weines, als Gährkufen, zur Herstellung und Aufbewahrung von Tresterwein und endlich zum Einstampfen der abgepressten und zur Erzeugung von Tresterbranntwein dienenden Treber. Sie können jedoch selbst auch als Lagergefässe für Wein verwendet werden. Ihre hauptsächlichsten Nachtheile liegen darin, dass sie den ersten in sie eingebrachten Wein stark entsäuern, wenn sie nicht entsprechend vorbehandelt werden und dass ein gleichmässiges Eindringen von Luft wegen gänzlichen Mangels der Poren in ihnen nicht stattfindet, weshalb der Wein zur Herbeiführung der Reife in anderer Weise behandelt werden muss als in Holzfässern. Diese veränderte Behandlungsweise besteht hauptsächlich in einem öfteren Abziehen des Weines und in einem regelmässigen künstlichen Einführen kleiner Luftmengen in denselben. Minder belangreiche Uebelstände der Cementgefässe sind ihre etwas schwierigere Reinigung und Erhaltung und ihre Unbeweglichkeit. Im Allgemeinen macht man sie möglichst gross und stellt sie so nebeneinander auf, dass je zwei eine gemeinsame Wand haben. Der Grund muss für die Cementgefässe vollkommen fest und unbeweglich hergestellt werden. damit durch nachträgliches Senken keine Risse in den Mauern entstehen. Oben werden dieselben durch ein flaches Gewölbe geschlossen, in dem ein rundes Mannloch frei bleibt, das durch ein Eichenholz geschlossen wird, in dem erst der eigentliche Spund steckt. An der Vorderseite ist entweder eine oder es sind zwei übereinanderstehende Pipenöffnungen angebracht. In denselben ist ein messingenes oder besser zinnernes Schraubengewinde eingelassen, in welchem die Pipe aus- und eingeschraubt wird, wobei sie einen von innen angebrachten Verschluss gleichzeitig schliesst oder öffnet. Ferner bringt man meist noch ein Flüssigkeitsstandrohr an. Innen werden sämmtliche Kanten abgerundet und dem Boden wird von allen Seiten eine Neigung nach der Ausflussöffnung gegeben. Wein, Most oder Maische können in einem frischen Cementgeschirre so stark entsäuert werden, dass sie gänzlich verderben und es muss daher letzteres vor der Verwendung weingrün gemacht werden. Dies geschieht entweder durch Vergährenlassen eines sehr saueren geringwerthigen Mostes oder einer ebensolchen Maische, wobei sich rasch eine Weinsteinkruste an den Wänden absetzt oder besser durch wiederholtes Ueberstreichen der inneren Wandungen mit einer Auflösung von Weinsäure in kaltem, oder von Weinstein in heissem Wasser. Um leerstehende Cementgeschirre rein und in brauchbarem Zustande zu erhalten, müssen dieselben, nach sorgfältiger Reinigung, entweder durch Schaffung eines beständigen Luftzuges trocken erhalten werden oder durch Bestreichen der Innenwände mit Salicylsäurelösung oder Spiritus, oder durch Aufstellen eines einfachen Kohlensäureapparates im Innern vor dem Schimmeln bewahrt werden. Thongefässe wurden allgemein im Alterthum als Weingeschirre in Verwendung gezogen und sind noch gegenwärtig im Toskanischen, in Spanien, im Kaukasus und anderen südlichen Gegenden in Gebrauch. Sie erfüllen ihren Zweck nur sehr unvollkommen. In neuerer Zeit hat man auch grosse Glasgefässe, ähnlich wie die Cementgeschirre versuchsweise eingeführt, doch bedarf in diesen der Wein noch mehr einer künstlichen Luftzuführung als in Cementgefässen und dieselben haben daher noch keine allgemeine Aufnahme gefunden. Dagegen werden in grosser Ausdehnung Glasflaschen als Weingefässe benützt. Dieselben dienen jedoch fast ausschliesslich zum Aufbewahren und Versenden fertiger Weine, die bereits ihre völlige Reife erlangt haben. Allerdings werden an manchen Orten, z. B. im Toskanischen, grössere Glasflaschen, zu 2—5 Liter und mehr, zur Aufbewahrung und Versendung von Jungwein verwendet. Diese in der genannten Gegend gebräuchlichen Flaschen haben ein kolbenartiges Aussehen, meterlangen oder längeren Hals, der nur abgesprengt ist und daher nicht verstöpselt werden kann und sind mit Schilfgeflecht umgeben. Sie führen den Namen Fiaschi oder Fiaschetti. Der Wein wird in ihnen durch eine Oelschicht von der Luft abgeschlossen. Sie sind jedoch sehr unpractisch und haben nur den Werth des Seltsamen und Ungewöhnlichen. Die gewöhnlichen Weinflaschen haben einen Inhalt von 750 oder 375cc. Seltener sind Flaschen von einem ganzen und einem halben Liter. Sie sind hell oder dunkel, gelb

bis braun, grün oder blaugrün, seltener farblos. Die grünen und blaugrünen wählt man für Rothweine, die übrigen für Weissweine. Der Gestalt nach hat man am häufigsten die Bordeauxform für Rothweine, die Rheinweinflasche für Weissweine. Bei ersterer übergeht der walzenförmige Bauch plötzlich in den Hals, bei letzterer dagegen, welche etwas höher ist, geschieht dies allmälig. Bekannter sind ferner noch die Tokayer- und die Champagnerflasche. Erstere ist ziemlich klein und verschmälert sich schon vom Grunde aus allmälig. Die Reinigung der Flaschen geschieht zunächst mit Bürsten, die entweder unmittelbar mit der Hand oder durch Vermittlung einer einfachen Radübersetzung oder eines Schwungrades mit Trittbrett bewegt werden. Im Kleinen verwendet man wohl auch Schrotkörner, besser jedoch Porzellanschrot zum Reinigen. Letzterer hat den Vortheil, dass bei etwaigem Zurückbleiben eines Schrotes eine Verunreinigung des Weines durch Metalle nicht möglich ist. Um Farbstoff- oder Weinsteinkrusten aus bereits gebrauchten Flaschen zu entfernen, ist mitunter die Anwendung warmen Wassers oder ebensolcher Sodalösung nöthig. Die gereinigten Flaschen werden hierauf noch, mit der Mündung nach abwärts gerichtet, durch einen senkrecht nach aufwärts gerichteten Wasserstrahl innen ausgespült, zu welchem Behufe man mitunter Vorrichtungen hat, bei denen durch das Aufsetzen der Flasche auch gleichzeitig der Wasserhahn geöffnet und nach dem Entfernen derselben auch wieder geschlossen wird. Die Flaschen werden dann auf Gestellen ausfliessen und trocknen gelassen und sind dann zur Aufnahme geringerer Weine genügend vorbereitet (s. auch Flaschenreinigung III pag. 579). Für sehr feine Weine pflegt man sie wohl noch vor dem Füllen mit Sprit auszuspülen. Die mit Wein gefüllten Flaschen werden in eigenen Räumen für einige Zeit eingelagert, theils um die Haltbarkeit des Weines zu erproben, theils um Vorräthe für Bestellungen zu haben. Diese Räume, welche man als Flaschenkeller bezeichnet, sind am zweckmässigsten Halbkeller und dürfen sich bis etwa 20 oder 23° C. erwärmen. Die zur Erzeugung von Flaschenweinen erforderlichen, besonderen Arbeiten werden entweder auch in ihnen, oder besser in eigenen Räumlichkeiten vorgenommen.

Ausführung der Kellerarbeiten. Sie zerfallen in die Arbeiten des Gährkellers, Lagerkellers und Flaschenkellers. Obwohl der Zweck der Kellerarbeiten stets derselbe ist und auch die für sie geltenden oben auseinandergesetzten allgemeinen Grundsätze eine allgemeine Giltigkeit haben, so ist doch die eigentliche Durchführung dieser Arbeiten in Folge der grossen Zahl der verschiedenen hiebei in Betracht kommenden äusseren Verhältnisse in den verschiedenen Weingegenden eine äusserst mannigfaltige und kann hier keine eingehende Berücksichtigung finden.

Arbeiten im Gährkeller. Sie sind: das Erwärmen, das Lüften des Mostes und die Durchführung der Hauptgährung. Das Erwärmen des Mostes auf die günstigste Gährtemperatur erfolgt zwar schon beim Verweilen desselben in geheizten Gährräumen, jedoch sehr langsam, unsicher und mit grossem Brennstoffaufwand. Es ist daher besser, den Most unmittelbar auf eine bestimmte Temperatur zu erwärmen. Am einfachsten geschieht dies, indem man einen grösseren Theil desselben in einem Kupferkessel auf eine höhere, vorher berechnete Temperatur bringt und dann mit dem kalt gebliebenen Antheil vereinigt. Hiebei wird jedoch der höher erhitzte Mostantheil leicht ungünstig verändert und es ist daher besser, den ganzen Most durch eine eingesetzte, mit heissem Wasser oder Dampf zu speisende Wärmschlange zu heizen (s. Nessler, die Behandlung des Weines. III. Aufl. pag. 64). Am einfachsten und zweckmässigsten ist es, einen der weiter angegebenen Pasteurisirungsapparate zu benützen. Von Blankenhorn wurde auch ein besonderer tragbarer, metallener Ofen zum Erwärmen grösserer Mostmengen angegeben, bei welchem sowohl die Zufuhr von Luft und Brennmaterial, wie die Abführung der Rauchgase durch Röhren erfolgt, welche über die Flüssigkeit emporragen (Annal. d. Oenolog. II pag. 499 und VI pag. 314). Das Lüften des Mostes wurde namentlich von Blankenhorn in Karlsruhe empfohlen, hat sich aber nicht bedeutend eingebürgert, da es, namentlich bei grossen Mostmengen, zu zeitraubend ist und zu viel Arbeit erfordert. In Folge des Lüftens nimmt der Most grosse Mengen Sauerstoff auf, bräunt sich, scheidet Eiweisstoffe ab und geräth alsbald in stürmische Gährung. Es eignet sich besonders für eiweiss- und zuckerreiche Moste und zu möglichst rascher Einleitung stürmischer Gährung. Leichte, körperarme Weine werden durch das Lüften in ihrer Entwicklung so gefördert, dass sie den Höhepunkt derselben leicht bedeutend früher als die Vollreife erlangen können und dann rasch verbraucht werden müssen. An manchen Orten Italiens und Frankreichs ist seit Alters her die Behandlung des Mostes

mit hölzernen Krücken üblich, die hauptsächlich nur durch das dabei stattfindende Lüften wirkt. An einzelnen Orten in Französisch-Lothringen, z. B. in der Umgebung von Nancy ist es noch heute gebräuchlich, den Most durch 24 bis 48 Stunden mit Schaufeln zu bearbeiten und so den sog. Schaufelwein (*vin à la pelle*) zu erzeugen, der sich durch rasches Reifen und besondere Güte auszeichnet. Am häufigsten bedient man sich zum Lüften entweder der Babo'schen Mostpeitsche oder einer Druckluftpumpe. Die erstere besteht im Wesentlichen aus zwei um eine senkrechte, hohle Achse in wagrechter Ebene mit grosser Geschwindigkeit drehbaren hohlen Flügeln aus Weissblech, welche an ihrem äusseren Ende offen sind und aus diesem beim raschen Drehen die Luft herausschleudern, welche sie aus der hohlen Achse ansaugen. Bei Benützung von Luftpumpen lässt man die Luft aus durchlochten hölzernen oder metallenen Röhren austreten. Die Durchführung der Hauptgährung erfolgt in sehr verschiedener Art. Im Allgemeinen bedient man sich dabei entweder offener oder geschlossener Gährständer. In ersteren geht die Gährung weit rascher vor sich als in letzteren, was grösstentheils durch den leichteren Zutritt des Sauerstoffs bedingt wird, der auch gleichzeitig eine grössere Reife herbeiführt, jedoch auch in hohem Grade die Gefahr der Essigbildung in sich birgt. Wird auf den Trestern vergohren, so werden diese in Gestalt einer fest zusammenhängenden Decke, als sog. „Hut" emporgehoben. In diesem Hut und seiner nächsten Umgebung ist die Gährung eine sehr lebhafte, während sie in einiger Entfernung von demselben nur sehr schwach verläuft, wodurch eine bedeutende Ungleichmässigkeit zu Stande kommt. Ausserdem befördert auch der Hut bei Zutritt der Luft die Essigbildung in hohem Grade. Alle diese Verhältnisse sind für die Wahl des Gährverfahrens von hoher Wichtigkeit, werden jedoch in noch vielen Weingegenden weit weniger berücksichtigt als alte Gewohnheiten, Gebräuche und Ueberlieferungen. Die geschlossene Gährung gestaltet sich am einfachsten, wenn sie ohne Trester erfolgt. Sie wird dann in einem gewöhnlichen, nicht frisch geschwefelten Fasse ausgeführt, dessen Spundöffnung einen Verschluss erhält, der den Austritt der Kohlensäure gestattet, den Eintritt von Pilzsporen dagegen verwehrt. Der einfachste und billigste derartige Verschluss ist ein Sandsäckchen oder ein Wattepfropf. Besser ist ein sog. Gährspund. Derselbe besteht aus einem schüsselartigen Behältniss, durch dessen Boden ein kurzer Rohrstutzen geht, dessen unterer Theil im Spundloch befestigt und dessen oberer Theil durch eine in die Schüssel gestellte Glocke bedeckt wird. Durch in die Schüssel gegossenes Wasser wird der Verschluss hergestellt. Gährspunde, die nur aus einem zweimal rechtwinklig gebogenen Glas- oder Blechrohr bestehen, das unter Wasser ins Freie mündet, sind nicht empfehlenswerth, da bei fast vollendeter Gährung durch Temperaturschwankungen leicht ein Zurücksaugen des Wassers erfolgen kann. Wenn die Gährung völlig beendet ist, wird das Fass „spundvoll" gemacht, d. h. völlig aufgefüllt und dann geschlossen, um das Eindringen der Luft zu verhindern. Da leicht nach dem Verschliessen noch kleine Mengen von Kohlensäure gebildet werden können, so ist es sehr zweckmässig, den Verschluss durch einen eigenen, mit einer Art Gummiklappe versehenen Stopfen vorzunehmen. Dieser besteht aus einem gewöhnlichen, hölzernen Spund, der in seiner Längsachse eine Bohrung besitzt, von deren oberem Ende sechs speichenartig nach aussen gehende Bohrungen ausgehen, deren äussere Mündungen durch einen um den Hals des Spundes gelegten Gummiring verschlossen sind, der bei steigendem Druck im Innern des Fasses, das Entweichen der Kohlensäure gestattet. Geradeso, wie eben geschildert, wird die geschlossene Gährung auch öfter bei der Rothweinerzeugung ausgeführt, bei welcher stets auf den Trebern vergohren wird. In diesem Falle verhindert die über dem Weine befindliche Kohlensäure die Essigbildung im Hute so ziemlich, dagegen bleibt die Ungleichmässigkeit der Gährung bestehen und es werden auch die Trester schlecht ausgelaugt, da sie mit nur wenig Flüssigkeit in Berührung stehen. Man lässt sie daher 4—6 Wochen, ja selbst 2—3 Monate im Weine liegen, wobei sie wieder allmählig untersinken und völlig ausgelaugt werden. Allzulanges Belassen der-

selben im Weine bewirkt jedoch, dass sie zersetzt, weich und schmierig werden, sich schlecht abpressen lassen, dem Weine einen unangenehmen Beigeschmack geben und ihm nachträglich wieder einen Theil des Farbstoffes entziehen. Auch sind die so veränderten Treber nicht oder sehr schlecht zur Erzeugung eines Nachweines geeignet, weshalb es stets am besten ist, den Wein sogleich nach vollendeter Gährung von den Hülsen zu trennen. Dieser manigfaltigen Uebelstände halber ist es daher besser ein Verfahren zu wählen, bei welchem die Treber in der Flüssigkeit untergetaucht erhalten werden. Man bedient sich hiezu eines eigenen Gährständers oder eines aufrechtstehenden Gährfasses, in welchen in $^1/_5$ bis $^1/_3$ der Höhe von oben an gerechnet ein hölzerner Siebboden eingelassen ist. Die Maische wird in dieses Gährgefäss so eingefüllt, dass die Trester unter dem Siebboden verbleiben, der Most jedoch bis nahe an den oberen Boden heranreicht. Dieser letztere wird durch ein Thürchen geschlossen und in dessen Spundöffnung ein Gährspund mit Wasserverschluss angebracht. Bei diesem Verfahren ist Essigbildung völlig ausgeschlossen, die Auslaugung des Farbstoffes aus den Trestern findet sehr vollkommen statt, so dass der Jungwein sogleich nach vollendeter Gährung abgezogen werden kann und die Trester daher noch vorzüglich zur weiteren Verarbeitung geeignet sind. Dagegen ist auch hier die Gährung noch etwas ungleichmässig. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes hat man zwar die Anwendung mehrerer Siebböden vorgeschlagen, doch wird hierdurch das Verfahren umständlich. Völlig gleichmässige Vergährung erreicht man dagegen bei offener Vergährung. Diese wird in offenen Gährkufen ausgeführt oder wohl auch in Fässern, denen ein Boden herausgenommen ist. Man füllt sie bis zu $^3/_4$ mit Maische und stösst den nach Beginn der Gährung entstandenen Hut öfter ein. Man kann dies entweder während der ganzen Gährung thun oder nur so lange, bis die bei Eintritt stürmischer Gährung entwickelte Kohlensäure die Essigbildung verhindert. Dies letztere Verfahren ist jedoch weit weniger empfehlenswerth, da bei demselben die Vortheile verloren gehen, welche das gleichmässige Mengen der Trester mit dem Moste in sich schliesst und die Essigbildung doch nicht vollkommen verhindert wird. Wird die Decke dagegen öfter, auch 1—2mal in der Nacht eingestossen, so liefert dieses Verfahren völlig zufriedenstellende Ergebnisse, namentlich dann, wenn die Gährung nur 3—4 oder höchstens 6 Tage dauert. Währt sie jedoch länger, so ist es nicht leicht, die Essigbildung völlig hintanzuhalten und es steigern sich auch die Arbeitskosten erheblich. Die offene Gährung verläuft rasch und gleichmässig, liefert einen dunkel gefärbten Wein von reinem und feinem Geschmack, der sich rascher entwickelt als geschlossen vergohrener. Für Weissweine, welche fast stets ohne Trester vergohren werden, bietet die offene Gährung nur geringe Vortheile und findet daher bei denselben nur selten Verwendung. Es wird auch eine Verbindung der offenen und geschlossenen Gährung angewendet. Man lässt zu diesem Behufe die Flüssigkeit im offenen Gefäss entweder bloss bis zur Hutbildung angähren und verschliesst dasselbe dann, oder man verschliesst erst dann, wenn die stürmische Gährung nachzulassen beginnt. Die eben geschilderten Vergährungsarten werden in den verschiedenen Ländern in sehr verschiedener Art durchgeführt. Am Rhein vergährt man den Rothwein meist geschlossen und lässt ihn gewöhnlich 2—3 Monate auf den Hülsen liegen, benützt jedoch neuerer Zeit auch schon Gährgefässe mit Doppelboden. In Niederösterreich und Ungarn vergährt man zuerst in offenen Kufen, wobei der Hut eingestossen wird und presst während oder nach der Gährung ab oder lässt die Maische noch in Fässern zu Ende gähren. In Südtirol verwandelt man die offene Gährung dadurch in eine geschlossene, dass man Gährkufen mit weiten Thüröffnungen gebraucht, die dann später geschlossen werden. In Frankreich wird meist offene Gährung verwendet und gewöhnlich sehr schnell durchgeführt; die Hülsen bleiben nur kurze Zeit mit dem Wein in Berührung und die Beeren werden häufig nicht vollständig zerquetscht. In Italien und Spanien endlich wird die Gährung meist noch in sehr unvollkommener, oft recht seltsamer Art durchgeführt.

Die Arbeiten im Lagerkeller sind: das Einfüllen, Abziehen und Auffüllen des Weines, das Filtriren, Schönen, Pasteurisiren, Lüften, Schwefeln und Elektrisiren desselben. Beim Einfüllen ist zu beachten, dass ein und dasselbe Fass stets nur für Wein von gleicher Art verwendet werde und dass für Jungweine zur Zeit der Nachgährung ein entsprechender Steigraum nöthig ist. Das Abziehen des Weines erfolgt in kleineren Kellereien gewöhnlich mittels eines Kautschukschlauches. Wenn es erwünscht ist, den Wein dabei mit viel Luft in Berührung zu bringen, so erzeugt man durch Einklemmen eines Holzstückchens in die Ausflussöffnung ein Sprühen. Auf dem Lande und in ganz kleinen Kellereien zieht man den Wein mit der Pipe zunächst in kleinere offene Holzgefässe ab (am Rhein „Stutzen", in Oesterreich „Schaffeln" genannt) und giesst sie aus diesen durch einen Holztrichter in das frische Fass. In grösseren Kellereien bedient man sich beim Abziehen sehr allgemein der Pumpen, als welche man meist Rotationspumpen und solche mit oscillirendem Kolben verwendet (s. Pumpen VII pag. 156 bis 159). Die Leitung geschieht durch weite Kautschukschläuche. Soll der Wein mit Luft in Berührung kommen, so saugt man ihn aus einem offenen Gefäss an, in welches er aus dem Fasse fliesst. Auch kann die Ausflussöffnung mit einer Brause versehen und der Wein zunächst in einen grösseren Trichter einfliessen gelassen werden. Das Auffüllen hat den Zweck, die beim Schwinden verlorene Flüssigkeit zu ersetzen, um die Kahmhautbildung hintanzuhalten. Es erfolgt meist mit Hilfe einer Füllkanne. In manchen Kellern hat man auch sog. Füllflaschen welche entweder gewöhnliche, die Füllflüssigkeit enthaltende, mit dem Hals in die Spundöffnung gesteckte Flaschen sind oder eine Art bauchigen Glastrichter darstellen, die oben zusammengezogen und verstöpselbar sind. Da beim Schwinden hauptsächlich Alkohol und Wasser verdunstet, so könnte man zum Auffüllen ein Gemenge dieser verwenden. Der Wein würde hierdurch jedoch unharmonisch werden und man verwendet daher sehr häufig blos Wasser. Nur bei besseren Weinen wird Wein nachgefüllt. Der Füllwein soll mit dem im Fasse befindlichen Wein möglichst gleichartige Beschaffenheit haben. In kleineren Kellereien fehlt es häufig an einem passenden Füllwein, in welchem Falle man entweder öfter in kleinere Gebinde abziehen muss oder das Fass durch Einfüllen reiner Kieselsteine spundvoll erhält. Auch Verdrängen der Luft durch Kohlensäure ist wirksam aber wohl selten in Uebung. Das Filtriren des Weines wird neuerer Zeit nicht nur bei solchen Weinen verwendet, welche sich durch Lagern schlecht oder gar nicht klären und bei denen auch Klärungsmittel schlecht wirken, sondern auch zu dem Zwecke, um durch rasches Klären das Schulen und Reifen des Weines zu beschleunigen. Als filtrirende Schichte verwendet man entweder eine dicke Schichte von Filtrirpapier oder Sand, oder man verwendet Leinwand, die durch sehr fein gemahlene Holzkohle für sehr feine Niederschläge undurchlässig gemacht worden ist, indem man zunächst eine kleine Menge mit dieser Kohle gemengten Weines durch sie filtrirt. Die Filtration geschieht meist unter Druck, indem man die Flüssigkeit entweder aus einem höher stehenden Gefässe einfliessen lässt oder eine Pumpe anwendet. Am meisten verbreitet sind die holländischen oder Taylor'schen Sackfilter, wie sie seinerzeit in der Zuckerfabrication in Anwendung standen. Grosse Verbreitung haben auch die verschiedenen Vollmar'schen Filter. Dieselben filtriren entweder durch eine Lage zusammengepressten Filtrirpapiers oder ebenso behandelter Papiermasse, oder sie sind umgekehrt arbeitende Taylor'sche Filter, bei denen also der Wein die gespannt erhaltenen Filtrirsäcke von aussen nach innen durchfliesst. Das Schönen oder Speisen des Weines verfolgt denselben Zweck wie das Filtriren, erreicht denselben jedoch durch Erzeugung eines Niederschlages, der in Folge seines genügend grossen spec. Gewichtes sich rasch zu Boden senkt und die trübenden Theilchen mitreisst. Vor der Einführung des Filtrirens war es das einzige Klärverfahren und wurde in seiner Anwendung durch ersteres bedeutend eingeschränkt. Es unterscheidet sich von ihm bezüglich seiner Wirkung auf den Wein hauptsächlich dadurch, dass bei demselben der Wein nur sehr wenig mit Luft in Berührung kommt, dagegen

meist eine chemische Veränderung erleidet. Je nachdem dies nun erzielt oder vermieden werden soll, findet das eine oder das andere Verfahren Verwendung. Man pflegt die Schönungsmittel einzutheilen in solche, bei denen der klärende Niederschlag durch chemische Umsetzung mit Bestandtheilen des Weines entsteht, welche somit chemisch verändernd auf die Zusammensetzung des Weines wirken und in solche, bei denen dies nicht, oder nur in sehr untergeordnetem Grade der Fall ist. Zu ersteren gehören: Hausenblase, Leim (Gelatine), Eiweiss, Blut, Milch, zu letzteren die sog. Klärerden. Die ersteren wirken dadurch, dass sie mit dem Gerbstoff des Weines unlösliche Verbindungen bilden. Ist in einem Weine nicht die erforderliche Menge von Gerbstoff vorhanden, so muss entweder käufliches Tannin oder der ebenfalls im Handel vorkommende Traubenkernextract zugesetzt werden. In der Praxis rechnet man für jedes Gramm Gelatine oder Hausenblase 0·7—1·5 Gr. Tannin. Das Tannin wird in Wasser (nicht in Alkohol oder Wein) gelöst und die Lösung durch Absitzen oder Filtriren geklärt. Die Schönung ist um so vollkommener, je gerbstoffreichere Niederschläge entstehen. Der Gerbstoffreichthum dieser letzteren ist um so grösser, je geringere Mengen Schönungsmittel zur Verwendung kommen und je gerbstoffreicher der Wein ist. Dem Weine wird umsomehr Gerbstoff entzogen, je mehr von dem Schönungsmittel (der „Speise") in Anwendung kommt, ohne dass es jedoch gelänge, dem Weine den ganzen Gerbstoffgehalt, selbst durch übergrosse Speisemengen, zu entziehen. Um eine vollkommene Schönung zu erzielen, darf daher die Menge des Schönungsmittels weder allzugross, noch allzugering sein. Im ersteren Falle würde der entstehende Niederschlag zu gerbstoffarm, im letzteren würde die Menge desselben eine zu geringe sein. Zum Gelingen einer Schönung durch gerbstoffhaltige Niederschläge ist ferner ein genügender Weinsäure- und Weinsteingehalt des Weines erforderlich und endlich muss auch des spec. Gewicht des Weines ein so geringes sein, dass sich der entstehende Niederschlag darin leicht absetzt. Dicke, extractreiche Weine lassen sich daher nach diesem Verfahren entweder gar nicht oder nur sehr unvollkommen klären. Das Schönen durch Erzeugung gerbstoffhaltiger Niederschläge kann auch dazu benützt werden, um herben, gerbstoffreichen Weinen einen Theil des Gerbstoffs zu entziehen und sie so harmonischer zu machen. Bei Rothweinen übergeht übrigens auch ein Theil des Farbstoffes in den Niederschlag. Der Wein muss von dem Kläräbsatz möglichst bald abgezogen werden, da ihm dieser sonst leicht einen unangenehmen Geschmack verleihen oder Zersetzungen veranlassen könnte. Von den verschiedenen Klärmitteln ist die Hausenblase (s. d. IV pag. 263) das geschätzteste. Sie wird entweder im gelösten oder im gequollenen Zustande verwendet. In ersterem Falle löst man in heissem Wasser und verwendet 8 bis 16 Gr. auf den Hektoliter. Sie wirkt in diesem Falle ebenso wie Gelatine, ist jedoch viel theuerer als diese und wird daher in dieser Weise selten und meist nur für Rothweine verwendet. In letzterem Falle dagegen lässt man sie entweder in Weisswein oder in einer Mischung von Wasser, Alkohol und Weinsäure, welche in 100 Thl. 12—15 Thl. Alkohol und 0·5—0·6 Thl. Weinsäure enthält, quellen und seiht die Masse durch ein feines Linnen. In diesem Zustande wirkt die Hausenblase stärker als Gelatine und man bedarf von ihr nur etwa 1—2 Gr. auf den Hektoliter. In der angegebenen Flüssigkeit lässt sie sich längere Zeit unverändert aufbewahren. Bei der Verwendung wird die erforderliche Menge mit etwas Wein verdünnt und diese Flüssigkeit mit dem übrigen Wein entweder innig gemengt oder dieser mit derselben nur überschichtet. Die gequollene Hausenblase scheint deshalb besser zu wirken als die gelöste, weil sie noch Zellstructur besitzt. Der durch Hausenblase erzeugte Schönungsabsatz ist minder fest als der durch andere Klärmittel erzeugte, weshalb beim Abziehen grössere Vorsicht nöthig ist. Leim (Gelatine) findet insbesondere für gerbstoffreiche, namentlich Rothweine Verwendung. Die Klärung erfolgt rasch und der Niederschlag ist fest und dicht. Auf den Hektoliter sind 8—16 Gr. erforderlich. Am besten verwendet man die völlig farblosen und dünnen Gelatineblätter des Handels. Sehr beliebt ist auch die sog. Gelatine Lainé, die zwar eine ziemlich dunkle Farbe

hat, sich aber durch einen sehr reinen Geschmack auszeichnet. Das sogenannte Appert'sche Pulwerin ist nichts anderes als feingepulverter, gewöhnlicher, unreiner Leim. Die sog. Krystallschöne ist eine fein gepulverte weisse Gelatine, die über 30 Proc. Alaun enthält und daher als Weinschönungsmittel völlig verwerflich ist. Eiweiss wird sehr häufig, insbesondere zur Klärung von Rothweinen und zur Vornahme der letzten Klärung verwendet. Auf einen Hektoliter verwendet man das Weisse von 2—4 Eiern, das zu diesem Behufe zu Schaum geschlagen wird. Es ist ein billiges und sehr wirksames Mittel. Auch das im Handel vorkommende getrocknete Eiweiss ist gut verwendbar. Blut ist zum Klären nicht zu empfehlen, da durch dasselbe viele fremde Bestandtheile in den Wein gelangen und auch die Gefahr einer Uebertragung von Krankheiten (Tuberculose) sehr gross ist. (S. hierüber Mon. vinicole 1887, Nr. 54.) Man verwendet entweder frisches Blutserum (150—200^{cc} auf den Hectoliter) oder allerhand aus Blut hergestellte Klärpulver. Solche sind namentlich die in Frankreich verwendeten Jullien'schen Pulver, die entweder getrocknetes und gepulvertes Blutalbumin oder Blut, oder Gemenge dieser mit Leim, kohlensauerem Kalk u. a. Körpern sind. Milch wirkt zwar ganz gut klärend, ist aber aus dem gleichen Grunde wie Blut zu verwerfen. (S. Moniteur vinicole 1887, Nr. 51.) Ausserdem kommen übrigens häufig im Handel neue Klärmittel zum Vorschein, die aber meist werthlose Geheimmittel sind. Die verschiedenen Klärerden wirken zwar vorwiegend, doch nicht ausschliesslich mechanisch klärend. Nach den Untersuchungen von Nessler und Weigert enthalten dieselben stets gewisse Mengen von durch Säuren zersetzbarer Silicate, aus welchen die Säuren des Weines Kieselsäure frei machen, die wesentlich zur klärenden Wirkung der Erden beiträgt. Es wird daher auch der Säuregehalt des Weines etwas vermindert u. zw. in 1000 Thl. um etwa 0·26—0·4 Thl., während andererseits der Aschengehalt desselben etwas zunimmt. Die meiste Anwendung finden die spanischen Klärerden, namentlich in Spanien und Portugal, Frankreich und England. Insbesondere wird eine graue Erde aus der Umgebung von Xeres de la frontera alljährlich in grossen Mengen versendet. Seit 1874 hat sich auch vielfach auf Empfehlung Hoff's Kaolin zum Klären eingebürgert; dasselbe wirkt jedoch weniger kräftig als die spanischen Erden. Die Klärerden entziehen dem Weine nicht nur die mechanisch aufgeschwemmten Theilchen, sondern auch ziemliche Mengen von gelösten Eiweisstoffen, sowie auch etwa vorhandene Ueberreste gelöster Hausenblase oder Gelatine von früheren Schönungen. Man bedarf von denselben etwa $^1/_2$ bis 1 Kilo auf den Hektoliter. Das Klären dauert 4 bis 6 Wochen. Die Verwendung der Klärerden hat den Vortheil, dass durch dieselbe die chemische Zusammensetzung des Weines kaum verändert wird, keine leicht veränderlichen stickstoffhaltigen Körper in den Wein kommen, ein längeres Liegen des Weines auf der Schöne keinen Nachtheil hat und auch dicke, extractreiche Weine sich nach diesem Verfahren klären lassen. Als Pasteurisiren bezeichnet man, nach dem Erfinder Pasteur, ein Verfahren, bei welchem der Wein auf jene Temperatur erhitzt wird, bei welcher alle in demselben enthaltenen Fermentwesen zu Grunde gehen, wobei gleichzeitig derartige Vorsichtsmassregeln getroffen sind, dass eine nachträgliche Wiederaufnahme solcher Fermentwesen unmöglich ist. In erster Reihe hat somit das Pasteurisiren den Zweck, die Entstehung von Krankheiten im Weine zu verhindern oder dieselben im Keime zu ersticken. Da bei demselben aber auch die Eiweisstoffe zum Gerinnen und zur Ausscheidung gebracht werden und auch andere, minder genau gekannte Veränderungen vor sich gehen, durch welche der pasteurisirte Wein älter und fertiger erscheint, so hat dasselbe nicht nur den Zweck, den Wein haltbarer zu machen, sondern auch den, das Reifen wesentlich zu beschleunigen, wodurch sehr viel Anlagekapital erspart wird und man den vielfachen Gefahren des langen Lagerns entgeht. Völlige Vermeidung einer nachträglichen Wiederaufnahme von Fermentwesen ist unter den bis jetzt gebräuchlichen Verfahrungsarten nur beim Pasteurisiren in geschlossen bleibenden Flaschen möglich, in welchen aber unreife Weine,

da sie sich hiebei trüben, nicht erhitzt werden können. Doch ist bei den übrigen Verfahrungsarten die Gefahr einer Wiederaufnahme von Keimen möglichst herabgesetzt. Gegenwärtig gibt es in Weingegenden eigene Unternehmer, welche kranke Weine von kleineren Weinbauern aufkaufen und aus denselben durch Pasteurisiren gesunde und haltbare Weine herstellen. Das Gerinnen der Eiweisstoffe und die Tödtung der Fermentwesen erfolgt bei Erhitzung in Wasser bei etwa 70° C. Im Weine dagegen geschieht dies nach den Erfahrungen Pasteurs in Folge der Anwesenheit von Alkohol und Säuren schon bei 60° mitunter selbst bei 50° C. Meist erwärmt man daher auf 60°, seltener auf 70—75° C. Diese Temperatur braucht nur ganz kurze Zeit einzuwirken. In diesem Falle werden selbst feine Bouquetweine in keiner Weise geschädigt. Junge Weine werden durch das Pasteurisiren harmonischer, feiner und erscheinen älter. Unmittelbar darnach sind sie allerdings schal, jedoch nur in Folge des Verlustes der gelöst gewesenen Kohlensäure. Das Pasteurisiren kann entweder in geschlossenen Flaschen, oder in eigenen Apparaten geschehen. Das erstere Verfahren hat man fast allgemein verlassen, da es zu umständlich, langwierig und kostspielig ist und auch häufig Trübungen vorkommen. Nur wenn Flaschenweine für weite, vielleicht sogar überseeische Verfrachtung bestimmt sind, pflegt man sie in Flaschen zu pasteurisiren.

Ein sehr zweckmässiger, hiezu dienender Apparat ist der von Ross angegebene, welcher im Wesentlichen aus einem dampfkesselartigen Gefäss besteht, in welchem die mit Draht zugebundenen Flaschen in besonderen Gestellen ganz von Wasser umgeben liegen so, dass die Flaschen beim Erwärmen nicht nur von innen, sondern auch von aussen einem Drucke ausgesetzt sind. Das Wasser wird durch eine Dampfschlange erwärmt und durch später einfliessendes kaltes Wasser wieder abgekühlt. Die zum Erhitzen im Grossen dienenden Apparate wirken entweder unterbrochen oder ununterbrochen. Bei den ersteren wird der Wein durch freies Feuer oder ein Wasserbad oder durch eine Dampf- oder Wasserschlange in einem geschlossenen Gefäss erwärmt und bei der gewünschten Temperatur das Erwärmen unterbrochen. Hiebei wird der Wein meist ungleichmässig erwärmt und zu lange einer hohen Temperatur ausgesetzt, weshalb man dieses Verfahren grösstentheils aufgegeben hat. Bei den ununterbrochen arbeitenden Apparaten wird der Wein durch ein in heissem Wasser liegendes Schlangenrohr mit solcher Geschwindigkeit hindurchgeleitet, dass er mit dem gewünschten Wärmegrade austritt, um dann ein zweites Schlangenrohr zu durchfliessen, in welchem er wieder abgekühlt wird. Diese Abkühlung geschieht meist durch den, dem Erwärmungsapparat zufliessenden Wein selbst, welcher dabei vorgewärmt wird und so Zeit und Brennstoff spart. Die Abkühlung durch den Wein allein ist jedoch meist keine genügende und es ist daher sehr zweckmässig, noch eine Wasserkühlung anzufügen. Von den zahlreichen, vorgeschlagenen Apparaten sind die wichtigsten folgende: *a*) unterbrochen arbeitende: Pasteurs Schlangenrohr (Annal. d. Oenol. Bd. 2 pag. 404), Apparat von Rossignol (ebendas. pag. 405; Weinlaube, Bd. 2 pag. 87), Apparat von Avenarius (Weinbau, Bd. 4 pag. 113; Dingl. pol. Journ., Bd. 238 pag. 170) u. s. w.; *b*) ununterbrochen arbeitende: Colombes Schlangenrohr (Annal. d. Oenol. Bd. 2 pag. 406), Weidenbuschs Weinwärmer (ebendas. pag. 407), Terrel des Chênes Weinerwärmungsapparat in 3 verschiedenen Ausführungen (Dingl. Journ., Bd. 195 pag. 552), Terrel Bayers Weinwärmer (Weinlaube Bd. 2 pag. 183, Annal. d. Oenol., Bd. 2 pag. 413), Carpenés Weinwärmer (Annal. d. Oenol., Bd. 2 pag. 411, Weinlaube, Bd. 4 pag. 356), d. Apparat v. Gervais-Velten (Annal. d. Oenol., Bd. 2 pag. 412), d. Apparat v. Brescius (Weinlaube, Bd. 5 pag. 23), Leibenfrosts Weinwärmer (Annal. d. Oenol., Bd. 2 pag. 415), Fiallas Weinwärmer (zu beziehen v. V. Fialla in Oberdöbling bei Wien), Babos Weinwärmer (Weinlaube. Bd. 1 pag. 31), Giret und Vinas, Weinwärmer (Annal. d. Oenol., Bd. 2 pag. 418), Neukomms Weinwärmer (Weinlaube, Bd. 3 pag. 118) u. s. w. Das Lüften des bereits im Lagerkeller befindlichen Jungweines wird wohl noch selten ausgeführt. Es hat den Zweck, das Reifen des Weines, das durch das allmälige Eindringen von Luft durch die Fassporen stattfindet, wesentlich zu beschleunigen und ist namentlich bei Anwendung von Cementgefässen statt Fässern von grossem Vortheil. Es wurde insbesondere von Babo sehr empfohlen (Weinlaube, Bd. 12 pag. 589) und soll sehr günstige Ergebnisse liefern. Seine Anwendung erheischt jedoch Vorsicht, da eine zu grosse Menge von Luft oder zu hohe Temperatur des Weines oder das Vorkommen von Fermentkeimen in der ersteren, leicht ungünstige Veränderungen im Weine hervorrufen können. Zur Einführung der Luft empfiehlt Babo dieselbe aus einem Fasse durch Wasser, das aus einem entsprechend höher stehenden Fasse in dasselbe einfliesst, zu verdrängen und sie durch ein Rohr, in welchem ein Baumwollfilter eingeschaltet ist, in den Wein zu leiten. Diese Vorrichtung hat den Vortheil, dass das Einströmen der Luft beliebig schnell und namentlich auch sehr langsam gemacht werden kann, was bei Anwendung einer Druckpumpe nicht möglich ist.

Das Schwefeln wird in der Kellerwirthschaft sehr stark angewendet. Es dient dazu, leere Fässer gesund zu erhalten, Krankheiten des Weines zu verhüten

oder zu unterdrücken (was aber besser durch Pasteurisiren geschieht), die Gährung zu mässigen oder längere Zeit zu verhindern, Wein in halbgefüllten Fässern vor dem Verderben zu bewahren, die Fermentkeime in frisch zu füllenden Fässern zu tödten und endlich zur Zerstörung des Schwefelwasserstoffgeruches mancher Weine. Zum Schwefeln soll nur der rein gelbe Schwefel Verwendung finden, da der graue meist bituminöse Substanzen und auch Spuren von Arsen enthält. Der zur Verwendung hergerichtete Schwefel wird Schwefeleinschlag genannt. Man gibt ihm meist die Gestalt von sog. Schwefelschnitten, d. h. mit geschmolzenem Schwefel überzogene Leinwand- oder besser Filtrirpapierstreifen. Diese werden beim Verbrennen entweder an einen Draht aufgehängt oder besser in eine Drahtspirale gesteckt, welche am unteren Ende ein Schälchen zur Aufnahme des abtropfenden Schwefels trägt. Enthält das Fass oder der Wein einen Pilzüberzug, so hat dieser meist soviel Sauerstoff aufgezehrt, dass vor dem Einschwefeln Luft in das Fass eingeblasen werden muss. Ist das Fass so stark gefüllt, dass ein Schwefelschnitten nicht eingehängt werden kann, so verbrennt man denselben in der sog. Schwefellaterne, einem kleinen Blechgefäss, aus welchem die Verbrennungsgase durch ein Rohr in das Fass treten, oder in dem Schweflungsblasebalg. Letzterer ist ein gewöhnlicher Blasebalg, an dessen Düse ein Rohr angesteckt wird, in welchen eine brennende Schwefelschnitte hängt. Soll ein Wein sehr stark mit schwefeliger Säure behandelt werden und grössere Mengen davon lösen, wie das z. B. bei der Süssweinbereitung in warmen Gegenden oft nöthig ist, so wird er in halbgefülltem Fass durch Rollen mit immer erneuten Mengen schwefliger Säure in Berührung gebracht oder man bedient sich hiezu des sehr wirksamen Schweflungstrichters. Dieser ist ein mit Deckel versehener Metalltrichter, in welchen von der Seite der Wein einfliesst, während gleichzeitig darin Schwefel verbrennt. Statt des Schwefels schwefligsauren Kalk zu verwenden, ist entschieden verwerflich, da hiedurch die Zusammensetzung des Weines stark verändert wird. Die zum Schwefeln vorgeschlagenen Schwefelkohlenstofflampen sind sehr feuergefährlich. Durch das Schwefeln wird im Weine stets etwas saures Kaliumsulfat erzeugt, das gesundheitsschädlich wirkt, weshalb man dasselbe nicht übertreiben darf. — Das Elektrisiren des Weines hat sich bisher in der Praxis noch nicht eingebürgert. Es wird durch das dabei auftretende Ozon die Reife des Weines ungemein beschleunigt, dabei aber gleichzeitig, namentlich bei zu starken Strömen, eine so bedeutende Zersetzung hervorgerufen, dass das ganze Bouquet desselben verloren geht.

3. Arbeiten im Flaschenkeller. Ausser der bereits besprochenen Reinigung der Flaschen kommt hier noch in Betracht deren Füllung, Verkorkung und äussere Ausstattung. Beim Füllen ist hauptsächlich zu berücksichtigen, dass der Wein völlig klar und von jedem Absatz vorher befreit sei und dass er beim Einfliessen in die Flaschen möglichst wenig mit Luft in Berührung komme. Zur Erreichung der letzteren Bedingung ist es nöthig, dass das Einflussrohr bis auf den Boden der Flasche reiche. Man benützt zum Einfüllen: Kautschukheber, einfache Pipen oder solche mit angesetztem Metall- oder Kautschukrohr, Pipen mit 2, 3 oder 4 Ausflussröhren, um die Arbeit zu beschleunigen, oder endlich eigene Flaschenfüllapparate. Letztere werden nur im Fabriksbetriebe angewendet. Ueber das Princip ihrer Einrichtung s. Bd. III pag. 577. Das Verkorken geschieht ganz allgemein mit eigenen Maschinen. Die Korke dürfen nicht konisch, sondern müssen cylindrisch zugeschnitten sein. Sie werden vorher mit siedendem Wasser oder mit Dampf erweicht. Auch das Tränken mit Paraffin hat sich als sehr vortheilhaft bewährt. Mitunter pflegt man sie auch vor der Verwendung in Wein, Sprit, Cognac oder Glycerin zu tauchen. Sehr häufig werden sie auch noch an der Seite mit einem Brand des betreffenden Geschäftshauses versehen. Die Flaschenverkorkungsmaschinen sind gegenwärtig so eingerichtet, dass beim Eintreiben des Stöpsels auch gleichzeitig die Luft entweichen kann (s. über dieselben Bd. III pag. 580, sowie Weinlaube Bd. 5 pag. 396, Bd. 8 pag. 62 und 110, Bd. 10 pag. 183; Weinbau Bd. 6 pag. 14; Schultz, Patentblatt Bd. 3 pag. 15 u. s. w.). Beim Füllen und Verkorken der Flaschen ist darauf zu achten, dass noch etwas Luft in denselben bleibt, damit dieselben bei Temperaturänderungen nicht zersprengt werden. Nachdem die verkorkten Flaschen einige Zeit gestanden haben, so dass ein nachträgliches Heben der Stopfen nicht mehr zu befürchten ist, werden die letzteren glatt abgeschnitten, falls dies nöthig ist, und hierauf die Flaschenköpfe entweder versiegelt, oder meistens mit Zinnkapseln versehen (s. d. Bd. III pag. 578). Diese letzteren werden entweder mit der Hand angedrückt, oder man benützt dabei kleine Vorrichtungen, deren wesentlicher Bestandtheil mit Schnüren gebildete Schlingen oder kleine

Rädchen sind, oder welche die Arbeit mit Hilfe einer Art Kautschukkappe bewirken, die durch Flüssigkeitsdruck (Glycerinpumpe) an den Flaschenkopf gepresst wird. Unmittelbar vor der Versendung werden die Flaschen endlich noch mit einem Zettel („Etiquette") beklebt, welcher entweder nur irgend eine allgemeinere Bezeichnung trägt (z. B. Prälatenwein) oder genauere Angaben über den Erzeugungsort, die besondere Lage, den Jahrgang, die Traubensorte und über den Namen des Kellerei- oder Weinbergbesitzers enthalten kann und bei besseren Weinen auch enthalten sollte.

Künstliche Verbesserung und Vermehrung der Weine. Da sehr häufig in Folge Ungunst äusserer Verhältnisse der Wein trotz aller Sorgfalt des Weinbauers nicht so ausfällt, wie ihn die Mehrzahl der trinkenden Abnehmer wünscht, so ist dieser genöthigt, denselben in einem solchen Falle zu verbessern, da sonst allmälig ein Zurückgehen des W inverbrauches zu Gunsten anderer, namentlich billigerer und in der Güte gleichmässigerer Getränke, insbesondere des Bieres, erfolgen würde. Andererseits ist es auch meist von Vortheil, aus den Rückständen der Weinbereitung ein billiges und gesundes Getränk zu erzeugen, welches zwar dem Naturweine nicht gleichgestellt werden kann, denselben aber bei der ärmeren Bevölkerung und als Haustrunk zu ersetzen vermag. Bei der Verbesserung des Weines wird es sich entweder darum handeln, die im Moste in zu geringer Menge vorhandenen Körper zu vermehren, oder die in zu grosser Menge vorhandenen in geeigneter Weise zu vermindern. So einfach auch diese Aufgabe erscheint, so schwierig ist sie in der Regel ohne Schädigung der Güte des Weines durchzuführen. Es liegt dies einerseits daran, dass unsere Kenntnisse in Betreff der Zusammensetzung des Weines noch sehr mangelhaft sind, andererseits daran, dass die zur Weinverbesserung benöthigten Stoffe entweder nicht in einem genügend reinen Zustande im Handel vorkommen, oder aber in diesem reinen Zustande unverhältnismässig hoch im Preise stehen. Daher kommt es, dass, trotzdem der Grundgedanke dieser Arbeiten ein richtiger ist, dennoch durch dieselben häufig statt der angestrebten Verbesserung eine Verschlechterung des Weines herbeigeführt werden kann. Dieselben müssen somit stets mit grosser Umsicht angewendet werden und man darf in ihnen nie das Ziel, sondern stets nur eine Ausnahme der Kellerwirthschaft erblicken. Da aus den oben angeführten Gründen eine Verbesserung des Weines in vielen Fällen wünschenswerth, ja nothwendig ist, so ist dieselbe in den meisten Staaten gesetzlich geregelt worden, um der sonst möglichen absichtlichen Fälschung einen Riegel vorzuschieben. — Man pflegt unter künstlicher Verbesserung des Weines jene Veränderung desselben zu verstehen, bei welcher nur die werthvollen Bestandtheile vermehrt, oder ein Uebermass derselben vermindert, nicht aber der Wassergehalt des Weines vermehrt wird und bei welcher sich somit Werth und Preis desselben erhöht. Bei künstlicher Vermehrung dagegen wird stets die Menge des Weines durch Wasserzusatz vermehrt, wobei allerdings auch eine Verbesserung durch Zusatz werthvoller Weinbestandtheile erfolgen kann, welche aber, in Folge der kostenlosen Vermehrung, Werth und Preis des Weines nicht steigert.

Künstliche Verbesserung des Weines. Bei der Vermehrung der werthvollen Weinbestandtheile finden am häufigsten Zucker und Alkohol, dann Glycerin, Weinsäure und Gerbstoff Verwendung. Farb- und Bouquetstoffe sollten stets nur mit grosser Vorsicht gebraucht werden. Die Verminderung der werthvollen Bestandtheile beschränkt sich meist auf Gerbstoff und Weinsäure. Die künstliche Verbesserung des Weines soll stets nur dann angewendet werden, wenn eine Verbesserung nicht zweckmässiger durch Verschnitt, d. h. durch Mischen mit anderem Weine möglich ist.

1. Zusatz von Zucker. Früher wurde zu diesem Zwecke der Traubenzucker verwendet. Da dieser jedoch sehr unrein war und die Verunreinigungen, wie Nessler und Berth zeigten (Chem. Ztg. 1880 pag. 840), auf den menschlichen Körper schädlich wirken, griff man immer mehr zum Rohrzucker und dieser findet auch jetzt noch ausgedehnte Verwendung. Er wird meist dem Moste zugesetzt, so dass er durch das Invertin der Hefe invertirt wird. Setzt man ihn dem fertigen Weine zu, so muss nachträglich eine Gährung eingeleitet werden, was umständlich und misslich ist. Neuerer Zeit wurde auch die Anwendung von Invertzucker empfohlen (Klein und Fréchon, Compt. rend. 1887, Heft 9). In

Folge der grossen Fortschritte der Stärkezuckerfabrikation, durch welche es möglich wurde, sehr reinen Stärkezucker zu erzeugen, hat man sich jedoch neuester Zeit wieder in wachsendem Masse dem Stärkezucker zugewandt. In Frankreich bringt seit kurzem eine Fabrik einen sehr reinen Stärkezucker unter dem Namen Oenoglucose in den Handel, welcher zur Weinveredlung reissenden Absatz findet und den Verbrauch des Rübenzuckers zu diesem Zwecke bereits bedeutend eingeengt hat (s. L. v. Wagner, Dingl. pol. Journ. 266 pag. 474). Der zuzusetzende Zucker braucht nicht vorher gelöst zu werden, sondern kann im festen Zustande eingebracht werden. Wird mit dem Zuckerzusatz auch gleichzeitig ein Entsäuern des Mostes durch Neutralisirung (s. später) vorgenommen, so heisst dies Verfahren Chaptalisiren nach seinem Erfinder, dem Chemiker Chaptal. Die Menge des zu verwendenden Zuckers muss vorher genau bestimmt werden unter der Voraussetzung, dass der Gehalt des Mostes an Zucker in Gewichtsprocenten eine bestimmte, gewünschte Höhe zu erreichen hat. Es geschieht dies mit Hilfe von vorhandenen Tabellen oder nach der Formel

$$x = s \,.\, 95 \left(\frac{p_1 - p}{100 - p_1}\right)$$

worin x die fragliche Menge Rohrzucker, s das spec. Gewicht des Mostes, p die Gewichtsprocente Zucker im ursprünglichen Moste und p_1 die Gewichtsprocente Zucker im verbesserten Moste sind. Der Factor 95 gibt an, dass 95 Thl. Rohrzucker 100 Thl. Invertzucker geben.

2. Zusatz von Alkohol. Dieser ist in südlichen Weingegenden schon seit langem in Gebrauch um Wein, namentlich, für die Ausfuhr bestimmten, haltbar zu machen. Auch wird in Frankreich häufig Cognac zugesetzt, der den Wein besonders veredelt. Da aber durch das Ueberhandnehmen der Reblaus die Cognacerzeugung bedeutend zurückgegangen ist, so wird gegenwärtig meist möglichst reiner, 90—96procentiger Kartoffel-, Mais- oder Rübensprit verwendet. Fast alle südlichen Weine sind derart mit Alkohol versetzt. Derselbe kann entweder dem Moste oder dem fertigen Weine zugesetzt werden. Im ersteren Falle erfolgt die Vereinigung desselben mit den Weinbestandtheilen viel rascher als in letzterem, wo es Wochen bis Monate dauert, ehe der Alkoholgeschmack verschwunden ist. Zusatz von Alkohol zum Moste hat dieselbe Wirkung wie Zuckerzusatz, ist aber wesentlich billiger. Die Menge ist aus der Zuckermenge, die erforderlich gewesen wäre, leicht zu berechnen. Die Menge des dem Weine zuzusetzenden Alkohols ist sehr verschieden. Geringen, leichten Weinen erhöht man den Alkoholgehalt auf 8—10 Vol.-Proc., besseren auf 11—13 Vol.-Proc. und für nördlichere Verbrauchsgebiete, besonders England und Nordamerika, auch auf 15 bis 16 Vol.-Proc. Süsse Weine werden selbst auf 20 und mehr Vol.-Proc. Alkohol gebracht. Die Berechnung der erforderlichen Alkoholmenge geschieht mit Hilfe von Tabellen und Näherungsformeln (s. hierüber ausführl. Handbücher).

3. Zusatz von Glycerin oder Scheelisiren. Bei diesem Verfahren, welches seinen Namen nach Scheele, dem Entdecker des Glycerins, erhalten hat, wird kein fremder Bestandtheil in den Wein gebracht, da das Glycerin normal bei der Gährung auftritt. Dennoch sind die Ansichten über die Zulässigkeit des Glycerinzusatzes noch sehr getheilt. Auf jeden Fall muss die Menge des zuzusetzenden Glycerins nur eine sehr kleine sein, bei Tischweinen höchstens $^1/_2$—1 Proc., bei Süssweinen $1^1/_2$—2 Proc. betragen und es muss dasselbe den höchsten Grad der Reinheit besitzen. Das Glycerin verleiht dem Wein mehr Körper und macht ihn harmonischer. Es eignet sich besonders für zu leere, zu sauere oder herbe, sowie namentlich für überreife, gezehrte Weine und endlich für unharmonische, dicksüsse, namentlich sog. „Façonweine". Zuviel Glycerin gibt dem Weine einen entschieden widerwärtigen Geschmack. Beim Einbringen des Glycerins muss dasselbe erst mit einer kleineren Menge Wein gut gemischt werden.

4. Vermehrung oder Verminderung des Gerbstoffgehaltes. Ein Zusatz von Tannin wird wohl nur selten vorkommen, da es hieran im Wein meist nicht fehlt und ausserdem auch fast immer durch Verschnitt leicht abgeholfen werden kann. Die Verminderung des Gerbstoffgehaltes geschieht durch Schönen (s. d.).

5. Vermehrung oder Verminderung des Säuregehaltes. Eine Vermehrung des Säuregehaltes ist nur sehr selten nöthig und geschieht dann stets am besten durch Verschnitt, da die freie Säure des Weines nicht Weinsäure sondern Aepfelsäure ist und nur erstere Säure im Handel hinreichend rein und billig vorkommt. Nur bei säurearmen Tresterweinen oder bei solchen Weinen, welche durch Umschlagen Weinstein verloren haben, ist es zweckmässig, Weinsäure zuzusetzen. Auch die Verminderung übermässigen Säuregehaltes geschieht am zweckmässigsten durch Verschnitt und zwar mit milden Naturweinen oder guten petiotisirten Weinen oder auch durch Gallisiren. Ein Abstumpfen der Säure durch Neutralisiren würde bei grösserem Säuregehalt den Wein stets sehr salzreich machen und ist daher nur bei geringerem Säuregehalt und dann rathsam, wenn zu fürchten steht, dass der Wein durch Verschnitt seinen feinen Geruch und Geschmack verlieren würde. Auch eingedickte Weine können kaum anders als durch Neutralisiren entsäuert werden. Am zweckmässigsten wird zum Entsäuern verwendet: reiner kohlensaurer Kalk, einfach oder doppeltkohlensaueres Kali und neutrales weinsaures Kali. Der kohlensaure Kalk soll entweder feingepulverter weisser Marmor oder noch besser gefällter chemisch reiner kohlensaurer Kalk sein, wie er von chemischen Fabriken in den Handel gebracht wird. Geschlemmte Kreide, gepulverte Muschelschalen und ähnliche Körper sind zu unrein. Aetzkalk ist in Folge seiner alkalischen

Reaktion völlig unbrauchbar. Durch den Zusatz von kohlensauerem Kalk wird zunächst die freie Weinsäure als Kalksalz ausgefällt, bei weiterem Zusatz der Weinstein zerlegt, indem weinsaurer Kalk abgeschieden wird und äpfelsaueres Kali in Lösung bleibt und endlich bei noch grösserem Zusatze auch äpfelsaurer Kalk in Lösung übergeführt. Neutralisirt man den Wein mit kohlensaurem Kali, so übergehen sämmtliche freie Säuren in lösliche Kalisalze und nur wenn der Wein mit Weinstein gesättigt ist und freie Weinsäure enthält, wird der aus letzterer entstandene Weinstein herausfallen. Auf keinen Fall wird der Weinsteingehalt vermindert, dagegen der Aschengehalt bedeutend vermehrt. Doppelt kohlensaures Kali ist besser geeignet als einfach kohlensaures, da es reiner ist und nicht alkalisch reagirt. Das neutrale weinsaure Kali, das besonders von Liebig empfohlen wurde, scheidet die freie Weinsäure als Weinstein ab und verwandelt, gleichfalls unter Weinsteinabscheidung, die freie Aepfelsäure in saueres äpfelsaueres Kali. Die Entsäuerung mit demselben ist kostspielig, da zu derselben grosse Mengen nöthig sind. Vielfach wird die Entsäuerung schon mit dem Moste vorgenommen, was jedoch nicht rathsam ist, da sich in diesem Falle die Grösse der nöthigen Entsäuerung noch nicht bemessen lässt. Carpené hat auch ein Verfahren der Entsäuerung des Weines durch Dialyse angegeben, das seinen Zweck sehr gut erfüllen soll aber in der Praxis keinen Eingang gefunden zu haben scheint, da es wahrscheinlich zu kostspielig und umständlich sein dürfte (Weinlaube, Bd. 4 pag. 294).

6. Gypsen der Weine. Diese eigenthümliche Gewohnheit war schon den Römern bekannt und ist namentlich in südlichen Gegenden, insbesondere in Frankreich, Italien und Spanien, trotz des gegen sie heraufbeschworenen Feldzuges, noch sehr im Schwunge. Meist wird der Gyps nicht dem Weine, sondern der Maische, oder noch öfter den Trauben zugesetzt. Angeblich soll dadurch eine lebhaftere Färbung (bei Rothweinen), eine grössere Haltbarkeit und eine raschere Gährung erzielt werden (s. Nessler, Weinbau 1882, Bd. 8 pag. 27 und Audoynaud, Compt. rend. 1886, Bd. 103 pag. 1028). Diesen Vortheilen gegenüber hat jedoch das Gypsen entschiedene Nachtheile. Nach Nencki (Journ. f. prakt. Chemie, 1882 pag. 284) bildet sich durch dasselbe weinsaurer Kalk, welcher herausfällt und saueres schwefelsaueres Kali (Kaliumpyrosulfat), welches sich mit Alkohol zum Theil in Aethylschwefelsäure umsetzt. Fortgesetzter Genuss von solchen Weinen ist schädlich, da das Kaliumpyrosulfat die Alkalität des Blutes verändert (s. a. Boudeville in Moniteur vinicole 1887, Nr. 40). Durch das Gypsen kann der Gehalt des Weines an Kaliumpyrosulfat bis zu 10 Gr. und mehr im Liter ansteigen. Nencki setzt den zulässigen Maximalgehalt an Kaliumsulfat (K_2SO_4) auf 2 Gr. im Liter, welche Grenze auch von den meisten Gesetzgebungen angenommen wurde. Reiner Naturwein enthält jedoch nicht mehr als 0·6 Gr. Kaliumsulfat im Liter. Durch das Gypsen wird somit dem Weine der Weinstein theilweise oder ganz entzogen, während die freie Weinsäure in demselben verbleibt und die Gesammtsäure durch das Kaliumpyrosulfat erhöht wird, wodurch sich auch die lebhaftere Färbung solcher Weine erklärt. Zur Ausführung des Gypsens verwendet man meist ungebrannten, selten gebrannten Gyps. Trotz der erwiesenen Nachtheile des Gypsens, welche auch bereits von den meisten Regierungen anerkannt sind, ist es doch bis jetzt nicht gelungen, die tiefwurzelnde Voreingenommenheit für dasselbe in Frankreich zu beseitigen, wie der Umstand beweist, dass erst 1887 sich daselbst ein „Verband für das Gypsen" mit dem Ziele gebildet hat, zu beweisen, dass gegypste Weine selbst mit einem Gehalt von 4 Gr. Kaliumsulfat unschädlich sind. (Monit. vinicole 1887 II.) Neuerer Zeit hat Calmettes in Narbonne die Verwendung von Calciumtartrat (weinsaueren Kalk) statt Gyps vorgeschlagen und will mit demselben alle Vortheile ohne die Nachtheile des Gypsens erzielt haben. Er verwendet dasselbe entweder fertig, als Pulver, oder im Entstehungszustande, indem er kohlensauren Kalk und krystall. Weinsäure zusetzt (Monit. vinic. 1887, Nr. 32, 36, 46). Später schlug er die Verwendung von Weinsäure allein vor. (Weinlaube 1888, Nr. 1.) Audoynaud hat als Ersatz des Gypses Calciumphosphat $(Ca_2H_2[PO_4]_2)$ angegeben, von welchem 350 Gr. auf den Hektoliter vor dem Keltern zugesetzt werden. Auch dieses Verfahren soll alle Vortheile und keine Nachtheile des Gypsens haben, da das entstandene Kaliumphosphat unschädlich sein soll. (Weinl. 1888, Nr. 1). Um die Nachtheile des Gypsens zu beseitigen, sollen in französischen Kellereien die Weine durch Baryumchlorid „entgypst", d. h. von der Schwefelsäure befreit werden. Da die Baryumsalze giftig sind, das entstehende Baryumsulfat im Weine etwas löslich ist und auch sehr leicht ein Ueberschuss von Baryumchlorid in den Wein gerathen kann, so ist dieses Verfahren völlig verwerflich. (Weinlaube 1883, Nr. 6.) Da bei dem eben angegebenen Verfahren aus dem Kaliumsulfat Kaliumchlorid entsteht, welches zur Erkennung solcher Weine führen würde, schlägt Tony-Garcin die Anwendung von Baryumtartrat vor, das im Augenblicke des Gebrauchs durch Mischen vom Baryumcarbonat mit Weinsäure hergestellt werden soll. Selbstverständlich gilt das vom vorigen Verfahren gesagte auch von diesem (Monit. vinicole 1888, Nr 44). Die französische Akademie hat übrigens kürzlich anerkannt, dass das Gypsen überflüssig und entbehrlich, bei feinen Weinen sogar schädlich ist.

7. Vermehrung des Extraktgehaltes. Diese wird eigentlich durch Vermehrung jedes nichtflüchtigen Körpers herbeigeführt, also durch Zusatz von Glycerin, Weinsäure, Tannin, Salzen, durch Zurückbleiben unvergohrenen Zuckers u. s. w. Um jedoch Weine gehaltreicher zu machen, müssen alle, auch die wenig oder gar nicht bekannten Extraktstoffe vermehrt werden, was nur durch Cibebenzusatz geschehen kann. Dieser ist besonders für Weine mittlerer Güte lohnend. Die verwendeten Cibeben müssen möglichst frisch, frei von fremdem Beigeschmack sein und vor der Verwendung durch kaltes Wasser gewaschen werden.

Sultaninen (s. Rosinen VII pag. 421) sind besonders geeignet. Man verwendet 1 bis höchstens 5 Kilo auf den Hektoliter. Bei grösseren Mengen würde schon ein Süsswein entstehen. Die Cibeben werden einige Tage in kaltem Wasser geweicht, dann zerquetscht und nach mehrtägigem Stehen in der Kälte gepresst. Zweckmässig ist es, den Pressaft oder den damit versetzten Wein zu pasteurisiren. Zweckmässiger ist es übrigens, die Cibeben der Maische oder dem Moste vor der Gährung zuzusetzen.

8. Färben des Weines. Dieses wird sowohl bei Roth- wie bei Weissweinen geübt. Es handelt sich dabei entweder um eine Erhöhung der bereits vorhandenen Farbe oder darum, Weisswein durch Färbung als Rothwein erscheinen zu lassen. In den meisten Fällen beabsichtigt man nicht nur durch Verschönerung der Farbe den Wein zu verbessern, sondern auch dadurch über die Güte, Reife, das Alter und andere Eigenschaften desselben zu täuschen. weshalb das Färben fast stets eine unehrliche Handlung ist. Insbesondere gilt dies von dem Rothfärben der Weissweine, da diese sich von den Rothweinen, wie gleich anfangs erläutert wurde, nicht blos durch die Farbe unterscheiden. Andererseits sind bei gewissen Weinen, z. B. Portwein, die weintrinkenden Abnehmer an eine künstliche Färbung so gewöhnt, dass sie dieselbe geradezu verlangen. Im Allgemeinen wird man daher eine Färbung mit unschädlichen Pflanzenfarben, womöglich mit dem Weinfarbstoff selbst, dann als zulässig erklären können, wenn dieselbe blos eine Verbesserung der bereits vorhandenen Farbe bezweckt. Um Weissweine älter und werthvoller erscheinen zu lassen, färbt man dieselben sehr häufig dunkler, goldgelb, ein Verfahren, das entschieden eine Täuschung bezweckt, jedoch sehr verbreitet ist. Als Farbstoff dient meist Caramel, der durch mässiges Erhitzen von weissem Rohrzucker hergestellt wird. An vielen Orten werden derartige Weine übrigens von den Abnehmern geradezu verlangt. Da Caramel in sauren Flüssigkeiten stark verblasst, so hat man neuerer Zeit Blauholzextract empfohlen (Fundgrube 1887, XIV pag. 3). Auch andere selbst giftige Körper, werden zu diesem Zwecke in den Handel gebracht. Unter allen diesen ist Caramel jedenfalls noch der unschuldigste und daher am meisten vorzuziehen. Eine viel grössere Rolle spielen beim Färben des Weines die Farbstoffe für Rothweine, da einerseits Rothweine im Allgemeinen beliebter sind als Weissweine und andererseits die Rothweine, namentlich in nördlichen Gegenden, häufig zu blass ausfallen und dann im Grosshandel schwer oder gar nicht verkäuflich sind. Doch ist auch ein blosses Auffärben eines zu blassen Weines schon eine Täuschung, da ein farbstoffarmer Wein auch ärmer an Körper und Gerbstoff ist und diese beim Färben nicht vermehrt werden. Es ist daher am besten, sich einen genügenden Farbstoffgehalt des Weines dadurch zu sichern, dass man eine kleine Fläche des Weinberges mit sehr farbstoffreichen Trauben bepflanzt, oder dass man durch besondere Verfahren, z. B. durch das von Reihlen angegebene (s. früher), möglichst viel Farbstoff aus den Trestern zu gewinnen trachtet. Ausserdem werden neuerer Zeit in südlichen Gegenden sehr viele dunkle Farbweine erzeugt, welche sich zum Verschneiden von farbstoffarmen Weinen vortrefflich eignen und hiezu auch immer mehr herangezogen werden. Endlich wird gegenwärtig bereits an verschiedenen Orten aus den Trestern blauer Trauben der Weinfarbstoff in concentrirtem Zustande dargestellt und unter dem Namen Oenocyanin in den Handel gebracht. Dieses Erzeugnis ist jedenfalls das beste und natürlichste Färbemittel, das sich auch besonders noch dadurch empfiehlt, dass es auch die übrigen Bestandtheile der Trester enthält. Es verdient daher, allen übrigen Farbstoffen vorgezogen zu werden. Gegenwärtig werden jedoch immer noch viele andere Farbstoffe, namentlich gefärbte Fruchtsäfte verwendet. Am häufigsten werden Schwarzkirschen und Heidelbeeren, häufig auch Malvenblüthen und Hollunderbeeren verwendet. Dunkle Herzkirschen werden am Rhein sehr häufig angewendet und zu diesem Zwecke getrocknet in den Handel gebracht. Häufig lässt man sie mit der Traubenmaische zusammen vergähren und bringt auch den Farbstoff in concentrirter Lösung als „Kirschenextract“ oder „Rothweincouleur“ in den Handel. Auch die Heidelbeeren werden, namentlich im Odenwald und Spessart, in grosser Menge gesammelt und getrocknet und entweder unmittelbar oder als Farbextrakt zum Färben von Wein verwendet. Während diese zwei Farbstoffe den Wein kaum merklich verändern, verleihen ihm Malvenblüthen und Hollunderbeeren, welche letztere namentlich in Portugal zur Herstellung von Portwein sehr starke Verwendung finden, leicht einen fremden Geschmack. Noch verwerflicher sind andere Farbstoffe, wie Rothholz, Cochenille, Schlehen, rothe Rüben, Maulbeeren, Kermesbeeren, Tintenbeeren, (v. *Ligustrum vulgare*), Mohnblumen, Lackmus und namentlich die Theerfarben. Die meisten der letzteren haben sich zwar durch neuere Untersuchungen als nicht giftig erwiesen (s. Th. Weyl, d. Theerfarb. mit Rücksicht auf Schädlichk. u. Gesetzgeb. Berl. 1889), da jedoch stets neue Farbstoffe in den Handel kommen, so bleibt die Anwendung dieser Farben immer unsicher. Neuerer Zeit sollen in Frankreich zwei neue Farbstoffe zum Weinfärben Verwendung finden, nämlich der Saft der schwarzen Johannisbeeren (*Ribes nigrum*) (s. Gotton, Bullet. de Pharm. de Lyon. 1886 pag. 693) und die Beeren eines zu den Lindengewächsen gehörenden chilenischen Strauches, des sog. chilenischen Jasmins (*Aristotelia magni*), die in grossen Mengen nach Frankreich eingeführt werden und auch in ihrer Heimath zum Weinfärben dienen (s. Weinl. 1886, XVIII pag. 619; Journ. pharm. chim. 1888, pag. 508; Chem.-Ztg. 1887, Nr. 19).

9. Zusatz von Geruchs- und Geschmacksstoffen. Sehr häufig werden fremde Geruchs- und Geschmacksstoffe dem Weine zugesetzt, um daraus eigenartige Getränke zu bereiten, welche meist besondere Namen führen. Solche Getränke sind die verschiedenen Bowlen, die aus mit Zucker versetztem Wein mit Hilfe von Erdbeeren, Ananas, Pfirsichen oder die verschiedenen Glühweine, welche mittelst Zucker, Zimmt, Orangen und anderen

Gewürzen bereitet werden, ferner der Maiwein, der hauptsächlich durch Waldmeister seinen Geschmack erhält. In gewissem Sinne gehören hierher auch die gewürzten Süssweine südlicher Gegenden, wie der Wermuthwein, Orangenwein, Quittenwein, Amarena u. s. w. (s. später). Da diese Weine meist nicht als reine Weine in den Handel kommen, so kann gegen dieses Verfahren nichts eingewendet werden. Es werden jedoch auch mit gewissen Riechstoffen versetzte Weine als reine Weine in den Handel gebracht. An vielen Orten verwendet man die Traubenblüthen selbst. Sie werden entweder von wilden Reben gesammelt, oder man sammelt die von den Blüthen im Weingarten abfallenden Mützchen durch Schütteln. Man hängt sie frisch oder getrocknet in Säckchen in eine kleine Menge gährenden Jungweines und benützt diesen dann als Zusatz. Aehnlich verwendet man Hollunderblüthen und in Italien, namentlich im Toskanischen, sehr häufig die Veilchenwurzel. Sie wird oft schon gleich bei der Lese in den Maischbottich geworfen oder auch als Pulver in Säckchen in den Wein gehängt. Auch ein alkoholischer Auszug wird verwendet. In sehr kleiner Menge verwendet, soll sie dem Weine ein dem Aleatico ähnliches Bouquet verleihen. Sehr häufig findet ferner noch die sog. Moselblüthe, d. i. die Blüthe des Muskatsalbeis *(Salvia sclarea)* Anwendung, an deren Zusatz viele Abnehmer so gewöhnt sind, dass sie einen nicht damit versetzten Moselwein für unecht halten. Die Pflanze ist mehrjährig, liefert grosse Mengen von Blüthen und wird am Rhein und der Mosel hie und da in grösseren Mengen angebaut. Ihre Blüthen, sowie die daraus dargestellten alkoholischen Auszüge kommen in ziemlicher Menge auch nach Oesterreich und Ungarn in den Handel.

Künstliche Vermehrung des Weines. Dieselbe kann entweder nach dem Verfahren von Gall (Gallisiren) oder jenem von Petiot (Petiotisiren) geschehen, oder auch dadurch, dass man mit Hilfe der Hefe einen Hefewein herstellt, oder endlich durch Verdünnen des Weines mit Obstwein oder geradezu mit Wasser. Der durch Petiotisiren erhaltene Wein wird meist Tresterwein genannt.

1. Gallisiren des Weines. Bei diesem wird stets eine Geschmacksverbesserung des Weines angestrebt und diese durch Vermehrung desselben erzielt. Es handelt sich dabei darum, allzusauere Weine oder Moste harmonischer zu machen, indem man durch Zusatz von Wasser die Säure auf eine grössere Flüssigkeitsmenge vertheilt und in diesem so verdünnten Getränk den ursprünglichen Gehalt an Zucker oder Alkohol durch Zusatz dieser Stoffe wieder herstellt oder auch vermehrt. Bei diesem Verfahren werden natürlich auch alle übrigen Stoffe auf eine grössere Flüssigkeitsmenge vertheilt und der Wein somit dünner, extraktärmer. Die Verdünnung darf daher nicht zu weit getrieben werden und der Wasserzusatz soll höchstens $^1/_4$—$^1/_3$ betragen. Ist durch eine so weit gehende Verdünnung keine genügende Herabminderung des Säuregehaltes zu erreichen, so ist es besser zum Chaptalisiren zu greifen oder den Wein mit Tresterwein zu verschneiden. Es ist übrigens gar nicht vortheilhaft, den Säuregehalt zu sehr zu vermindern, da extractarme Weine dann fast allen Geschmack verlieren und leer erscheinen. Das Gallisiren wird am zweckmässigsten mit dem Moste ausgeführt, da einerseits der bei der Gährung entstehende Alkohol sich vollkommener mit dem Weine harmonisch verbindet, andererseits auch hiebei Nebenproducte, wie Glycerin, Bernsteinsäure u. a., entstehen, welche den Extractgehalt des Weines vermehren. Auch kommen beim Gallisiren fertigen Weines durch den Zusatz des Alkohols sehr leicht fremdartige Fuselöle in denselben, wenn nicht echter Weinsprit dazu verwendet wird, der aber meist zu theuer ist. Bezüglich der Art des zu verwendenden Zuckers gilt das bereits früher über die Verbesserung des Weines durch Zucker Gesagte. Die Menge des zuzusetzenden Wassers und Zuckers muss stets genau berechnet werden, wozu sowohl Formeln wie Tabellen verwendet werden. Beim Gallisiren fertigen Weines kann entweder Zucker oder Alkohol verwendet werden. Letzteres ist zweckmässiger. Im ersteren Falle muss dem Wein entweder noch Hefe, oder, nach Gall's Vorschlag, $^1/_4$—$^1/_2$ Kg. zerriebene Cibeben zugesetzt werden, um die Gährung einzuleiten. Auch können die von Reihlen empfohlenen gekochten und getrockneten Traubenhülsen verwendet werden. Gallisirte Weine sind in der Regel billiger als die zugehörigen Naturweine. Unter besonders günstigen Verhältnissen können dieselben jedoch auch manchmal denselben oder auch einen höheren Preis erzielen.

2. Petiotisiren des Weines oder Herstellung von Tresterwein. Dieses Verfahren, welches von einem Arbeiter Petiot's, Gutsbesitzers

in Chaminy in der Burgund, erfunden wurde, ist nur eine Verbesserung des in den meisten Weingegenden schon seit langem herrschenden Gebrauches der Bereitung des Nachweines, welcher durch Aufgiessen von Wasser auf die Trester erhalten wird. In Deutschland führt dieser Wein den Namen Hansel oder Sauer, in Südfrankreich piquette, in Italien vino piccolo. In manchen Gegenden der zwei letztgenannten Länder, wo Theilwirthschaft herrscht, gehört nur der frei aus der Maische abfliessende Wein dem Gutsherrn, die Trester dagegen dem Bauer, welcher aus denselben den Nachwein bereitet. Das Petiotisiren nun besteht einfach darin, dem zur Hanselbereitung dienenden Wasser Zucker oder Alkohol zuzusetzen. Es ist dieses Verfahren jedenfalls am besten geeignet, die werthvollen Bestandtheile der Trester auf das vollkommenste und lohnendste auszunützen. Der nach demselben erhaltene Wein hat jedoch sehr häufig einen unangenehmen Beigeschmack, den sog. Hülsen- oder Trestergeschmack, welcher davon herrührt, dass die Trester viel zu sehr mit Luft in Berührung gekommen sind. Es wird dieser Umstand sehr wenig beachtet, ja oft die Berührung mit Luft geradezu empfohlen (s. z. B. Weinlaube 1882 pag. 477, 488, 560). Zur Gewinnung eines reinschmeckenden Tresterweines empfiehlt daher Babo, die Trester gar nicht abzupressen, sondern die Maische in einen Gährständer mit Doppelboden zu füllen, den Most im unvergohrenen oder bei Rothwein im vergohrenen Zustande von den Trestern abzulassen und sogleich mit Zuckerlösung oder Alkoholwasser bis über den Siebboden aufzufüllen. Hiebei verliert man allerdings etwa $^1/_5$ des abpressbaren Mostes, erhält aber einen vorzüglichen Tresterwein. Bei feinen, werthvollen Trauben würde sich dieses Verfahren freilich nicht lohnen, und es muss dann wenigstens so schnell als möglich gepresst werden. Trester von rothen Trauben eignen sich besser zum Petiotisiren als solche von weissen, da letztere den Wein zu gerbstoffreich machen, ihm leicht einen unangenehmen Geschmack und eine nicht entsprechende Farbe geben, und da sie auch, wenn der Wein nicht auf ihnen vergohren wurde, was meist der Fall ist, viel weniger Weinstein enthalten als erstere. Auch enthalten in diesem letzteren Falle die Weissweintrester, namentlich wenn sie auch noch abgepresst wurden, sehr wenig Hefe, weshalb dann bei der Gährung des Tresterweines sehr leicht fremde Hefen die Oberhand gewinnen und denselben verderben (Rommier Compt. rend. Bd. 103 pag. 390). Rommier schlägt daher vor, bei Bereitung von Tresterwein aus Weissweinhülsen Hefe in Gestalt von gährendem Most oder gährendem Rosinenauszug zuzusetzen. Es ist überhaupt sehr wichtig, bei Erzeugung von petiotisirten Weinen stets eine rasche und stürmische Gährung zu erzeugen, was nöthigenfalls durch entsprechendes Erwärmen des aufzugiessenden Wassers leicht herbeigeführt werden kann. Ueber die Art des zum Petiotisiren zu verwendenden Zuckers gilt das beim Gallisiren Gesagte auch hier. Ebenso ist aus den bereits dort erörterten Gründen das Petiotisiren mit Zucker jenem mit Alkohol vorzuziehen. Da jedoch letzteres bedeutend billiger zu stehen kommt, wird es trotzdem häufig ausgeführt oder wenigstens der Zucker zum Theil durch Alkohol ersetzt. Die Trester sind so reich an werthvollen Weinbestandtheilen, dass sie wiederholt ausgelaugt werden können. Petiot empfahl 4—5 Aufgüsse zu machen, was aber nur bei sehr saueren Trauben zweckmässig ist, bei welchen man den Naturwein mit dem Nachweine mischt. Im Allgemeinen soll man nicht über zwei Aufgüsse gehen. Da petiotisirte Weine ärmer an Extract sind als Naturweine, so müssen auch die Aufgüsse so zusammengesetzt werden, dass leichte, alkoholarme Weine entstehen, indem man ihnen einen Gehalt von höchstens 15 bis 17 Gew.-Proc. Zucker oder der entsprechenden Menge von Alkohol gibt. Nach Girard (Compt. rend. 1882, Bd. 95, pag. 227) enthalten Tresterweine, die durch einmaligen Aufguss erhalten wurden, 50—75 Proc. des Extractgehaltes der zugehörigen Naturweine, d. i. etwa 14—18 Gr. im Liter. Ebenso ist die Weinsteinmenge, der Gerb- und Farbstoffgehalt geringer als in dem zugehörigen Naturweine. Die Weinsteinmenge beträgt 1·6—2 Gr. im Liter, die Farbenintensität 50—75 Proc. von jener des Naturweines. Girard empfiehlt den Trestern

die Hälfte ihres Gewichtes Kämme zuzusetzen falls sie dieselben nicht schon enthalten, um dadurch den Gerbstoffgehalt zu erhöhen. Die Anwendung der halben Menge des Aufgusses verbessert nach ihm den Wein nur unbedeutend. Längeres Liegenlassen des Weines auf den Trestern ist sogar schädlich, indem dadurch der Gehalt an Weinstein, Gerbstoff und Farbstoff abnimmt. Nach Analysen petiotisirter Weine aus der Versuchsanstalt in St. Michele (s. Babo und Mach, Handbuch Bd. 2, pag. 395) ist übrigens der Weinsteingehalt dieser ebenso gross oder noch grösser als bei den zugehörigen Naturweinen und erstere auch noch durch gleich grossen Gehalt an Phosphorsäure und grösseren Gehalt an Kali ausgezeichnet. Die petiotisirten Weine sind vor Allem als Haustrunk, Arbeiter- oder Gesindewein (*vin de marc*) sehr werthvoll. Sind sie nur mit einem oder zwei Aufgüssen hergestellt, so können sie ferner auch durch Vermengen mit dem ganzen oder wenigstens einem Theile des Naturweines einen ganz angenehmen Tischwein liefern. Am günstigsten ist es Tresterwein von guten, bouquetreichen Hülsen mit einem geringen saueren Naturweine zu vermischen.

3. Herstellung von Hefewein. Da die Weinhefe Weinstein und im nicht abgepressten Zustande auch Wein enthält, kann durch Vergährenlassen von Zuckerwasser auf derselben ein geringwerthiger Haustrunk erzeugt werden. Man verwendet auf 10—25 L. der Hefe 1 Hektol. einer 12—15procent. Zuckerlösung, in der ein Theil des Zuckers zweckmässig durch Alkohol ersetzt werden kann und setzt derselben noch 300—400 Gr. Weinsäure zu. Der erhaltene Wein hat einen unreinen und leeren Geschmack und es ist daher meist besser, den in der Hefe enthaltenen Naturwein durch Auspressen zu gewinnen und erstere durch Erzeugung von Hefebranntwein zu verwerthen.

4. Vermehrung des Weines durch Wasserzusatz; Wasserverschnitt oder Mouilliren des Weines. Unter Umständen kann durch Verkauf grosser Mengen eines billigeren und leichten Weines ein grösserer Gewinn erzielt werden, als durch kleinere Mengen eines starken Weines, in welchen Fällen der Wasserverschnitt berechtigt ist. Sehr häufig jedoch wird der Wein nicht nur von den Wirthen, sondern auch von den Grosshändlern und den Erzeugern ohne Berechtigung „getauft" (s. Weingrossist 1879 pag. 3 und Deutsche Weinzeitung Bd. 18 pag. 206).

5. Verschneiden des Weinmostes durch Obstsäfte. Dieses Verfahren, das hauptsächlich in solchen Gegenden ausgeübt wird, wo die Bereitung von Traubenwein und Obstwein nebeneinander vorkommen, schliesst sich am nächsten dem Gallisiren an, insoferne die verwendeten Obstsäfte meist verdünnter sind, als der Weinmost und der Hauptmasse nach aus Wasser und Zucker bestehen. Am besten geeignet ist Birnmost, welcher auch in der That die meiste Verwendung findet. Die betreffende Birnsorte darf jedoch keinen ihr eigenthümlichen Obstgeschmack haben. Man ersetzt ein Viertel bis die Hälfte des Traubenmostes durch Birnmost. Die Treber dürfen nicht zugesetzt werden, da sie einen fremdartigen Geschmack erzeugen würden. Eine derartige Verwendung des Birnmostes kommt öfter in einigen Rheingegenden, z. B. an der Bergstrasse vor. Viel weniger ist Apfelmost geeignet, da er zu sauer ist und meist einen ausgesprochenen Obstgeschmack besitzt. Andere Obstsorten werden zum Verschneiden selten verwendet.

Bereitung von Süssweinen (Dessert- oder Liqueurweine, Secte, Ausbruchweine, façonirte Weine u. s. w.). Die Süssweine kennzeichnen sich durch einen mehr oder minder hohen Gehalt an Zucker und Extrakt und meist auch durch einen hohen Alkoholgehalt. Die besseren unter ihnen sind meist auch durch feineren Geruch und Geschmack ausgezeichnet. Es sind Weine, welche nicht als leichtes Getränk in grossen Massen, sondern als anregendes, echtes Genussmittel in minder grossen, aber dennoch nicht unerheblichen Mengen verbraucht werden. Sie finden überall Abnehmer und werden namentlich von den Frauen bevorzugt. Sie werden vornehmlich vor und nach der Mahlzeit, insbesondere mit süsser Zukost, sowie als Frühstücksweine verwendet und sind auch für Kranke und Genesende sehr geschätzt. Die meisten hierher gehörenden Weine sind keine eigentlichen Naturweine, sondern mehr oder weniger Fabrikate aus solchen. Sie werden namentlich in südlichen Gegenden, wie Spanien, Portugal, Sicilien, Griechenland, aber auch in Oesterreich Ungarn und in Frankreich in grossen Mengen hergestellt. Je nach dem Verhältnis ihres Gehaltes an Alkohol, Zucker und Extrakt kann man sie in zwei Gruppen trennen: Eigentliche Süssweine und alkoholreiche Dessert- oder Liqueurweine. Erstere, welche auch als fette Dessertweine bezeichnet werden, haben einen hohen Zucker- und Extraktgehalt und einen meist geringen Alkohol-

gehalt. Ihr Zuckergehalt kann oft auf 20—30 Proc. und noch mehr steigen, ihr Alkoholgehalt auf wenige Procente sinken. Letztere Weine dagegen, welche auch den Namen trockene Dessertweine führen, sind arm an Extract und Zucker, welche oft nicht mehr als 3—4 Proc. betragen, aber reich an Alkohol, welcher auf 20—25 Vol.-Proc. und mehr ansteigen kann. Sie sind namentlich in England und Amerika beliebt. Zwischen diesen zwei Gattungen von Süssweinen und zwischen diesen und den gewöhnlichen Tafelweinen sind natürlich zahlreiche Uebergänge vorhanden.

Zur Bereitung der Süssweine werden im Allgemeinen mehr oder weniger stark eingetrocknete Trauben, oder Präparate aus solchen, oder eingedickte Moste verwendet, diese ohne oder mit Zusatz gewöhnlichen Weines, entweder einer theilweisen Gährung unterworfen, oder durch Zusatz von Zucker, oder Alkohol, oder beider, gährungsunfähig gemacht. Nur selten werden gewöhnliche Moste durch die letztgenannten Zusätze in Süssweine verwandelt. Hat man es in der Hand, die zur Süssweinbereitung erforderlichen Trauben selbst zu wählen, so ist dabei zu beachten, dass jene Traubensorten die meisten Vortheile bieten, welche reich an Extrakt und Zucker und arm an Säure sind. Feinere Bouquetstoffe haben dabei keinen Werth, da sie wegen des hohen Extrakt- oder Alkoholgehaltes der Süssweine nicht zur Geltung kommen. Nur stärkere Bouquetstoffe, wie jener, welcher bei der Edelfäule entsteht und der Muskatgeschmack, machen sich hinreichend bemerkbar. Wichtig ist, dass die zur Verwendung kommenden trockenen Trauben keinen Cibebengeschmack haben, welcher sich in denselben bei längerem Lagern entwickelt und daher bei Anwendung nicht völlig frischer Cibeben stets auftritt. Das gegenseitige Mengenverhältniss der zur Süssweinbereitung erforderlichen Zuthaten wird stets dadurch bestimmt, dass eine Gährung des fertigen Weines nicht mehr möglich sein darf. Wird der in ihm vorhandene Alkohol theilweise oder ganz durch Gährung erzeugt, so müssen zu dieser letzteren die günstigsten Bedingungen hergestellt werden, da sie wegen des hohen Extraktgehaltes nur sehr langsam erfolgt. Es ist somit hohe Temperatur und gute Lüftung erforderlich. Dagegen muss der fertige Wein vor jeder weiteren Gährung geschützt werden. Bietet hiefür die Zusammensetzung desselben keine ausreichende Bürgschaft, so muss jene entweder durch Zucker- oder Alkoholzusatz entsprechend geändert, oder die Gährung durch starkes Schwefeln oder durch Salicylsäure verhindert werden. Von letzterer genügen 8—10 Gr. auf den Hektoliter. Am besten ist es jedoch, die Eiweisstoffe des Weines möglichst vollständig abzuscheiden, was entweder durch häufiges Abziehen oder durch Zusatz von Tannin und darauffolgendes Pasteurisiren erfolgt. Bei letzterem Verfahren werden etwa 10—12 Gr. Tannin auf den Hektoliter verwendet und nach dem Pasteurisiren, und etwa achttägigem Stehen, der Ueberschuss des Tannins durch Gelatine entfernt. Das Klären der Süssweine kann, da sie meist sehr dick sind, nur durch Filtriren unter Druck oder mit Hilfe von Klärerden oder Kaolin ausgeführt werden. Zum Filtriren eignen sich am besten die Vollmar'schen Filter. Ein Lagern der Süssweine ist, sobald sich die Bestandtheile derselben harmonisch vereinigt haben, nicht mehr nothwendig. Man kann jedoch durch dasselbe unter gewissen Bedingungen noch besondere Geschmacksstoffe erzeugen. Durch häufiges Abziehen entsteht Altelgeschmack, durch Stehen starker, süsser Weine in offenen (unverspundeten) Gebinden entsteht der am Tokayer Wein so sehr geschätzte sog. Brot- oder Nussgeschmack. Ein ähnlicher Geschmack wird in vielen südlichen Süssweinen, z. B. Malaga, Sherry, Madeira, derart erzeugt, dass man dieselben in nicht ganz offenen Gebinden in warmen, oberirdischen Speichern lagern lässt, oder sie geradezu der unmittelbaren Einwirkung der Sonnenhitze aussetzt.

Die Arten der Süssweinbereitung sind ungemein mannigfaltig. Es können von denselben ungefähr folgende unterschieden werden:

1. Bereitung der Süssweine aus stocksüssen Trauben. Unter stocksüssen Trauben versteht man solche, welche durch Eintrocknen am Stocke (an der Rebe) erhalten worden sind. Bei dieser Art des Eintrocknens findet

nicht nur ein einfacher Wasserverlust statt, sondern es wird in Folge des Zusammenhanges mit der Pflanze auch ein Theil der Säure verathmet, weshalb derartige Trauben sehr süss sind. Man lässt dabei die Trauben entweder ganz zu Cibeben oder nur zu Halbcibeben einschrumpfen. *a)* Süssweine aus Halbcibeben. Dieses Verfahren wird namentlich am Rheine zur Herstellung der feinsten Ausbruchweine, z. B. Honigberger, Kaiser Alexander u. a., angewendet. Man lässt die Beeren zu Halbcibeben werden und unterwirft sie der Edelfäule. Da meist nicht alle Beeren sich in der gewünschten Weise verändern und dies auch nicht gleichzeitig geschieht, so müssen die einzelnen Beeren mit Pinzetten ausgelesen werden, was sehr kostspielig ist. Sie geben gemaischt einen dicksüssen, syrupartigen, braunen Brei, der sich schwer pressen lässt und den man daher vorher durch 6—10tägiges Stehen zu schwachem Gähren bringt. Die zurückbleibenden, noch sehr zuckerreichen Trester können durch Aufgiessen eines dünnen Mostes noch einen sehr werthvollen Wein geben. Aus dem erhaltenen Moste wird der Wein ohne jeden Zusatz hergestellt. Er ist meist arm an Alkohol und reich an Zucker. In ganz gleicher Weise werden auch in manchen südlichen Gegenden Ausbruchweine hergestellt, nur entfällt bei diesen die Edelfäule. Auch werden sie mitunter mit Zucker oder Alkohol versetzt. *b)* Süssweine aus stocksüssen Cibeben und Wein. Dieses Verfahren wird namentlich bei Herstellung der Tokayer Weine befolgt, aber auch in anderen Süssweingegenden angewendet. Der Wein wird derartig erzeugt, dass man die durch Eintrocknen am Stocke erzeugten Cibeben mit Most oder Wein vermischt und sogleich, oder nach schwachem Angähren presst. In Tokay tritt die Cibebenbildung nicht immer an allen Trauben gleichmässig ein und es werden dann entweder die noch gesunden Beeren ausgelesen oder auch mit den Cibeben verarbeitet. Man stellt sogenannten 1, 2, 3—5-büttigen Tokayer her, d. h. einen Wein, der erhalten wird, indem man auf ein Fass Wein (etwa 130 Liter), 1, 2 bis 5 Butten (eine Butte fasst etwa 20 K. Trauben) Cibeben zusetzt. Jener Wein, welcher aus den, von den Trockenbeeren befreiten Trauben gewonnen wird, heisst Ordinari, der ohne Auslese der Trockenbeeren aus den ganzen Trauben gewonnene heisst Szamorodny, der durch Zusatz von 1—4 Butten Cibeben auf 1 Fass erhaltene führt den Namen Masslalcz. Werden mehr als 5 Butten Cibeben verwendet, so entsteht Tokayer Ausbruch. Ueber die Erzeugung des Brot- oder Nussgeschmackes siehe oben. In Tokay wird auch noch die sog. Tokayer-Essenz erzeugt, welche man derart herstellt, dass man die frischen Cibeben in einen Bottich oder in ein stehendes Fass fest einstampft. Nach etwa achttägigem Stehen fliesst hierauf durch ein im Boden befindliches Loch ein dicker, honigartiger Mostsaft aus, der nach entsprechender Kellerbehandlung meist nur sehr wenig, oder auch gar keinen Alkohol erzeugt. Es sind Beispiele bekannt, dass eine derartige Essenz selbst nach 100 Jahren noch ganz mostartigen Charakter zeigte. Gegenwärtig wird dieselbe seltener erzeugt, vielmehr meist mit Alkohol versetzt als dünne, mehr weinartige Flüssigkeit in den Handel gebracht.

2. Bereitung von Süssweinen aus künstlich getrockneten Trauben. Strohweine. Dieses Verfahren unterscheidet sich von dem unter 1. *a)* beschriebenen nur dadurch, dass die Trauben nicht an der Rebe getrocknet, sondern frisch abgeschnitten und künstlich getrocknet werden. Da hiebei die Säure nicht verschwinden kann, so sind solche Cibeben verhältnissmässig sauer. Durch zeitweiliges Wägen ist der Wasserverlust leicht bestimmbar und man benützt daher dieses Verfahren auch dazu, um stärkere Weine, die noch nicht Süssweine sind, zu erzeugen, was durch Verdunstung von 10—20 Proc. Wasser erzielt wird, während bei 30 und mehr Proc. schon ein Süsswein entsteht. Durch entsprechende Regelung der Feuchtigkeit und Temperatur kann man bei diesem Verfahren auch künstlich Edelfäule erzeugen. Das Trocknen der Trauben geschieht in Zimmern oder Schupfen, auf Hürden, alten Fischernetzen, Gestellen die mit Stroh belegt sind (woher der Name Strohwein rührt) u. s. w. Bersch

empfiehlt die Anwendung eines trockenen Luftstromes von 25—30° R., wodurch die Schimmelbildung verhindert und die Ausbeute erhöht wird. (Allg. W. Ztg. 1887, Nr. 39.) Die Strohweine werden nicht mehr so häufig bereitet wie früher und meist nur in kleiner Menge für den Hausgebrauch hergestellt, da sie durch die billigeren Cibebenweine verdrängt werden. Sie sind in der Regel frei von Cibebengeschmack.

3. Bereitung von Süssweinen aus Cibeben. Cibebenweine, Façonweine oder Imitationsweine. Diese Süssweine werden aus käuflichen Cibeben südlicher Gegenden und gewöhnlichen Weinen des betreffenden Erzeugungsortes unter Zusatz von Zucker und Alkohol hergestellt. Die Bereitung derselben hat in den letzten Jahren eine sehr grosse Ausdehnung angenommen und wird namentlich in Frankreich und Oesterreich-Ungarn sehr schwunghaft betrieben. Frankreich sucht hauptsächlich auf diesem Wege den durch die Reblaus hervorgerufenen ungeheueren Ausfall seiner Ernten zu decken. Ausserdem wird die Entwicklung dieser Industrie noch wesentlich dadurch begünstigt, dass die Fracht für südliche Cibeben viel billiger kommt als für südliche Weine, da bei ersteren das Wasser entfällt; ferner dadurch, dass die Cibebenweine dem Geschmacke der Abnehmer mehr zusagen als die meist zu alkoholreichen und zu säurearmen Weine des Südens und endlich noch dadurch, dass die Cibebenweine verhältnismässig sehr billig geliefert werden können. Diese Weine kommen unter den verschiedensten Bezeichnungen in den Handel. Meist bezeichnet man sie als Ausbruchweine und sucht sehr häufig bei ihrer Herstellung alte bekannte Süssweine nachzuahmen. Richtiger ist jedenfalls die an vielen Orten Frankreichs übliche Bezeichnung Façon- oder Imitationswein. Zur Darstellung wählt man billige, nicht feine, aber gute und extractreiche nicht zu junge Weine, in Oesterreich meist Oedenburger. Für rothe Süssweine, welche seltener hergestellt werden, wählt man sehr dunkle und herbe Weine, da Farbstoff und Gerbstoff blauer Cibeben nicht verwendbar sind und daher auch für Rothweine weisse Cibeben genommen werden müssen. Besonders geeignet sind die schweren Istrianer und Dalmatiner Rothweine. Die Cibeben müssen so frisch als möglich sein, da sie sonst dem Weine einen unangenehmen Cibebengeschmack ertheilen. Die richtige Auswahl derselben ist sehr wichtig und nicht leicht. Ueber die Sorten der Cibeben siehe Rosinen VII pag. 421. Am häufigsten verwendet man die gelben Cibeben, Sultania-Rosinen oder Elemé. Das Verhältnis zwischen Wein und Cibeben ist sehr verschieden. $^1/_2$ Kg. Cibeben auf 1 L. Wein gibt einen mittleren Süsswein; 1 Kg. auf dieselbe Menge Wein gibt schon einen sehr extraktreichen Süsswein und bei Anwendung von $1^1/_2$—2 Kg. Cibeben erhält man schon dickflüssige Essenzweine. Zur Darstellung des Weines werden die Cibeben durch Handarbeit ausgelesen, von Stielen und Kämmen befreit und dann meist trocken in eigenen Mühlen zwischen gerieften Walzen zermahlen. Nur selten werden sie vorher durch kaltes Wasser abgewaschen, was meist deshalb nicht geschieht, da hiebei ein Verlust von Zucker stattfindet. Mitunter werden wohl auch die unzerquetschten Beeren mit Wein eingemaischt und dann wie frische Beeren gepresst. Meist wird jedoch der durch trockenes Zerreiben erhaltene Cibebenbrei mit Wein übergossen, durch 4—5 Tage bei möglichst niedriger Temperatur, etwa 6° C., stehen gelassen und dann auf gewöhnlichen Weinpressen abgepresst. Die erhaltenen Treber werden noch ein zweitesmal ausgelaugt u. zw. mit jenem frischen Wein, welcher bei der nächsten Operation zur Verwendung kommt. Die erhaltene Flüssigkeit wird nunmehr bei hoher Temperatur der Gährung unterworfen, um aus ihr alle jene Stoffe auszuscheiden, welche die Haltbarkeit des zu erzeugenden Weines beeinträchtigen könnten. Es geschieht dies in Gährräumen von 20—25° C., da bei niedrigerer Temperatur die concentrirte Flüssigkeit gar nicht oder zu langsam gähren würde. Hierauf wird die erforderliche Menge Zucker und Alkohol zugesetzt, geklärt und in die entsprechende Handelsform gebracht. Häufig werden aber noch verschiedene Zusätze gemacht, um Farbe, Geschmack und Geruch in bestimmter Weise zu ändern und gewisse

Weine mit bekanntem, gut klingendem Namen nachzuahmen. Hiezu dienen die verschiedensten Körper. Die Cibeben werden zum Theil durch Zwetschken, Feigen, Datteln, Honig u. dgl. ersetzt, es werden Extracte von Nüssen, Mandeln, Hopfen, Lorbeer- und Pfirsichblättern, saueren Kirschen, Orangen, ja angeblich sogar ein alkoholischer Auszug von Theer, die sog. Theeressenz in Verwendung gezogen. Die Anwendung letzterer ist indess wohl sehr unwahrscheinlich. So betrügerisch derartige Zusätze auch erscheinen, so werden sie doch durch den Umstand wesentlich entschuldigt, dass viele der nachzuahmenden Originalweine in den Erzeugungsländern selbst mit Hilfe ähnlicher Zusätze zubereitet werden. Die Haltbarkeit sehr zuckerreicher und alkoholarmer Cibebenweine ist mitunter schwer zu erreichen. Es wird denselben daher manchmal Salicylsäure, und zwar etwa 4—5 Gr. auf den Hektoliter, zugesetzt. Besser wäre es, sie zu pasteurisiren, was aber meist nicht geschieht.

4. Bereitung von Süssweinen aus Cibebenextrakt. Sekt. Neuerer Zeit wird in südlichen Gegenden, namentlich in Griechenland, aus stark eingetrockneten Trauben, die noch nicht völlig in Cibeben übergegangen sind, durch Zerkleinern und kräftiges Abpressen auf hydraulischen Pressen ein syrupdicker „Cibebenextract“ gewonnen, der mit Sprit vermischt, filtrirt und als Sekt in den Handel gebracht wird. Da dieser Sekt einen viel reineren Geschmack besitzt als die, durch Auslaugen von Cibeben mit Wein erhaltene Flüssigkeit, würde er sich sehr gut zur Süssweinbereitung im Grossen eignen, findet zu dieser jedoch nur geringe Anwendung. Es mag dies zum Theil darin liegen, weil er nicht in verschiedenen Sorten, verschiedenen Traubenspielarten entsprechend, im Handel vorkommt, weil er ferner die Neigung besitzt, mit Wein gemischt leicht in Gährung überzugehen und die mit seiner Hilfe dargestellten Weine minder billig sein dürften als entsprechende Cibebenweine. Häufig pflegt man Sekt zur Bereitung von Süsswein in Haushaltungen zu benützen, indem man denselben unmittelbar vor dem Gebrauche mit Wein mischt. $\frac{1}{2}$ Raumtheil Sekt auf 1 Raumtheil Wein gibt schon einen sehr wohlschmeckenden Süsswein, gleiche Raumtheile Sekt und Wein geben ein Getränk von der Beschaffenheit eines Fettausbruches.

5. Bereitung von Süssweinen aus künstlich eingedicktem Most. Kochweinbereitung. Das zur Ausführung dieses Verfahrens erforderliche Eindicken des Mostes erfolgt im Grossen stets nur durch Einkochen. Das zu gleichem Zwecke vorgeschlagene Gefrierenlassen wird wohl nur hie und da im Kleinen gelegentlich angewendet. Kochweine werden namentlich in Spanien, Portugal, Südfrankreich, Italien, Griechenland und Ungarn erzeugt und gehören zum Theil zu den besten Süssweinen dieser Gegenden. So wird z. B. Malaga stets aus eingekochtem Moste hergestellt. Auch dient letzterer zur Darstellung sog. „Specialitäten“, z. B. Wermuth. Das Einkochen des Mostes geschieht in offenen Pfannen über freiem Feuer, wobei namentlich im Anfange ein sehr fleissiges Rühren erforderlich ist. Das Ueberschäumen wird dadurch verhütet, dass jedesmal in dem Augenblicke, wo das Sieden beginnt, eine kleine Menge frischen, kalten Mostes hinzugefügt wird. In vielen Gegenden Spaniens werden derart eingedickte Moste in sehr grossen Massen erzeugt und an jene Fabriken verkauft, welche Imitations- und Ausfuhrweine herstellen. Dieselben sind entweder so dick, dass sie an sich schon haltbar sind oder sie werden durch sehr starkes Schwefeln haltbar gemacht. Zu letzterem Zwecke bedient man sich entweder des Schweflungstrichters (s. pag. 593) oder eigener Vorrichtungen, in denen der Most in Gestalt eines Regens durch einen Raum fällt, in welchen beständig schweflige Säure geleitet wird. Da sich der Most beim Einkochen über freiem Feuer leicht anlegt oder wenigstens häufig einen eigenthümlichen Kochgeschmack erhält, hat man neuester Zeit Vacuumapparate zur Anwendung gebracht. Seit 1882 wird in Italien und Spanien durch eine englische Gesellschaft, welche vollständige, auf Eisenbahnwägen befindliche Vacuumapparate mit Luftpumpen, Vorwärmer, Röhrenkessel u. s. w. in die traubenreichsten Gegenden

sendet, der Most mit grossem Erfolg und Gewinn concentrirt. Ein Apparat verdampft 2—3000 L. Most in der Stunde. Die Traubenhülsen werden hydraulisch gepresst, die erhaltenen Kuchen in einem Kupfercylinder mit dem eingedickten Moste getränkt und so in den Handel gebracht. Die Masse wird in Frankreich zur Weinbereitung, in England zur Herstellung von Schaumwein, Fruchtmus, Fruchtsulzen u. dgl. verwendet. In Californien wurden in derselben Weise im Jahre 1887 50.000 M.-Ztr. Trauben verarbeitet. Wenn der Most vorher filtrirt wird, so erstarrt er nach dem Eindicken zu einer weissen Krystallmasse, welche nach einmaligem Reinigen sehr reine und schöne Krystalle von Glycose gibt, die bei der Billigkeit der Trauben in Californien, daselbst bereits auf diesem Wege gewonnen wird. (Chem. Ztg. Repert. 1888 pag. 110.) Ueber frühere Versuche in Californien s. Weinlaube 1886 pag. 441 und 1888, Nr. 6; über solche in Italien, Dingl. pol. Journ. 1882, Bd. 243 pag. 70. In Frankreich wird durch Einkochen eine nicht unerhebliche Menge syrupdicken Mostes bereitet und unter dem Namen Verjus als eine Art Küchenwürze in den Handel gebracht, die in feineren Küchen Frankreichs und auch anderer Länder zur Bereitung von Bratenbrühen, Fruchtgallerten u. a. Zuthaten verwendet wird. Die Weiterverarbeitung des durch Kochen erhaltenen Mostes zu Wein geschieht entweder in ähnlicher Weise wie bei der Herstellung der Cibebenweine, oder auch durch Alkoholzusatz (s. weiter unten). Will man Most durch Gefrierenlassen concentriren so ist schon starke Kälte und längere Einwirkung erforderlich um einen zur Süssweinbereitung tauglichen Most zu erhalten. Mit dem Eis fällt auch Weinstein und ein Theil der Eiweisstoffe aus. Der erhaltene Most ist sehr reich an Säure, namentlich Aepfelsäure, hat aber einen reinen Geschmack. Das Verfahren hat für die Praxis keine Bedeutung. In noch höherem Masse gilt letzteres für das Verfahren, fertigen Wein durch Gefrierenlassen zu concentriren. Hiezu sind schon Temperaturen von – 5 bis —10° C. erforderlich. Das Eis schliesst beträchtliche Mengen Wein ein, die sich schwer entfernen lassen und das Eiswasser enthält nicht nur Extract und Alkohol, sondern auch Bouquetstoffe. Natürlich scheidet sich auch hier Weinstein und etwa vorhandenes Eiweiss aus. Das Verfahren ist umständlich und mit grossem Verluste verbunden.

6. Bereitung von Süssweinen durch Alkoholzusatz zum Moste. Bei diesem Verfahren wird unveränderter oder halbvergohrener Most mit soviel Alkohol versetzt, dass keine Gährung mehr auftreten kann, wodurch der ganze noch vorhandene Zucker in dem erhaltenen Weine verbleibt. Dieser ist meist arm an Extract und hat oft blos 3—4 Proc. von demselben. Man trachtet daher häufig diesen letzteren durch Verwendung von eingetrockneten Trauben oder durch Zusatz von eingedicktem Most wenigstens etwas zu erhöhen. Nach diesem Verfahren werden besonders die trockenen Dessertweine Siciliens (Marsalla), Spaniens (Sherry) und Portugals (Portwein) hergestellt, deren stark alkoholischer Charakter namentlich in England, Amerika und Russland beliebt ist. Der Alkohol wird meist allmälig während des Lagerns in kleinen Mengen nach jedesmaligem Abziehen zugesetzt. Im Anfange wird daher, um Eintritt von Gährung oder Essigstich zu vermeiden, stark geschwefelt oder Salicylsäure zugesetzt. Im Sommer werden die Weine in nicht ganz vollen, selten nachgefüllten Fässern in Hof- oder Dachräumen der Einwirkung von Luft und Sonnenwärme ausgesetzt, im Winter in geschlossenen Räumen vor Kälte geschützt. Durch dieses Verfahren erhalten die Weine einen eigenthümlichen südlichen Charakter. Bei sehr feinen Weinen erreicht man dasselbe durch jahrelanges Lagern. Extractärmeren Weinen wird mitunter ein Zusatz von 1—1½ Proc. Glycerin gegeben. Nach diesem Verfahren werden oft verhältnismässig geringe Weine ausserordentlich gut verwerthet.

7. Bereitung von Süsswein durch Zusatz von Zucker zu Jungwein oder fertigem Wein. Dieses Verfahren wird nur ausnahmsweise und niemals im Grossen angewendet. Der erhaltene Wein ist meist un-

harmonisch und zu arm an Extract und Alkohol. Es ist daher gut, einen Theil des zugesetzten Zuckers noch vergähren zu lassen.

Herstellung sogenannter Specialweine. An vielen Orten werden, oft in ziemlich grossem Masstabe, Weine hergestellt, welchen durch Zusatz aromatischer Pflanzentheile ein fremdes, eigenartiges Gepräge verliehen wurde und welche meist unter besonderen Namen in den Handel kommen. Man pflegt sie als Specialweine zu bezeichnen.

Der wichtigste dieser Weine ist der Wermuthwein oder Wermuth. Derselbe wird namentlich in Frankreich und Italien in grossen Mengen verbraucht und förmlich fabriksmässig erzeugt. Mehr im kleineren Masstabe erzeugt und verbraucht ihn Ungarn, Siebenbürgen und Kroatien. Zu seiner Herstellung wird stets Süsswein verwendet, dem man Geschmack und Geruch durch Wermuthkraut (*Artemisia absinthium*), Tausendguldenkraut (*Erythraea centaurium*), Zimmt, Orangenschalen, Kalmus, Senfmehl, Chinarinde u. s. w. ertheilt, indem man diese Körper im getrockneten und gepulverten Zustande in einem Säckchen in den gährenden Most hängt, oder indem man die noch frischen Kräuter beim Eindampfen des Mostes gegen Ende desselben in den Kessel bringt, wie mitunter in Ungarn, oder endlich, indem man sich mit Wein oder Sprit einen Auszug aus der Kräutermischung herstellt und diese dem Weine zusetzt, ein Verfahren, das namentlich bei der Bereitung im Grossen in Italien verwendet wird. Für sehr feine Wermuthweine nimmt man gern Muskatweine. Der Wermuth hat bei fortgesetztem Genuss einen sehr nachtheiligen Einfluss auf das Nervensystem. — In Sicilien stellt man durch Zusatz von Kirsch-, Pfirsich- oder Mandelblättern zum gährenden Moste einen Wein unter dem Namen „Amarena" her. Auf den Balearen wird durch Zusatz von Quitten ein sehr geschätzter Wein erzeugt. In Cadix verwendet man Orangen, Granatäpfel, Erdbeeren, Aprikosen und Weichseln als Zusatz zu Weinen, von welchen namentlich der Orangenwein in grösseren Mengen in den Handel gelangt. Ueberhaupt erzeugen die verschiedenen Landschaften von Spanien, Portugal, Sicilien noch eine grosse Zahl derartiger Specialweine. Eine ähnliche Rolle spielt bei uns der Maiwein, der durch Zusatz von Waldmeister, Erdbeerblüthen und Gundelrebe zu Wein meist im Kleinen, mitunter aber auch im Grossen hergestellt wird. Auch die verschiedenen Bowlen und Glühweine, wie Bischoff, Cardinal u. s. w. können hierher gerechnet werden.

Schaumweine. Dies sind Flaschenweine von mehr oder weniger ausgesprochenem Süssweincharakter, welche unter einem Druck von 4—5 Atmosphären Kohlensäure gelöst enthalten und daher bei Aufhebung dieses Druckes durch Oeffnen der Flasche längere Zeit schäumen oder „perlen", d. h. die Kohlensäure in Gestalt kleiner Bläschen entweichen lassen und während dieser Zeit einen angenehmen, prickelnden Geschmack besitzen.

In Gährung befindlicher und daher kohlensäurehaltiger Wein (in Oesterreich „Heuriger" genannt) wird an vielen Orten seit jeher getrunken. Hie und da, z. B. in Istrien pflegt man auch den gährenden Wein in starke Fässer einzuschliessen und so eine Art Schaumwein zu erzeugen. Seit dem 17. Jahrhundert, seit welcher Zeit man die Aufbewahrung von Wein in Flaschen kennt, wird auch an vielen Orten bis auf den heutigen Tag eine Art Schaumwein in kleinen Mengen durch Gähren des Weines in verschlossenen Flaschen erzeugt. Dahin gehört z. B. der Vino spumanti von Asti, der Rifosco von Triest, der schäumende Terlaner in Tirol u. s. w. Diese Weine sind jedoch alle hefentrübe. Der Grund zu der heutigen Schaumweinfabrikation wurde erst am Ende des 17. Jahrhunderts durch die Erfindung Perignons, eines Mönchs der Benedictinerabtei Haute-Villiers in der Champagne, gelegt, die in der Flasche gebildete Hefe ohne wesentlichen Kohlensäureverlust zu entfernen. Diese Erfindung wurde anfangs sorgfältig als Klostergeheimnis gehütet und erst etwa um 1780 entstanden in Epernay, Rheims und Chalons Unternehmungen, welche jährlich etwa 6000 Flaschen solchen Schaumweines erzeugten. Die Erzeugung von Schaumwein blieb lange Zeit auf die Champagne beschränkt, da sie dort entstanden war und die Weine derselben sich zu diesem Zwecke besonders eignen. Man nannte daher ursprünglich den Schaumwein Champagner und wendet diese Bezeichnung auch heute noch, obwohl ganz mit Unrecht, sehr häufig auf alle Schaumweine an. Allmälig breitete sich die Erzeugung immer rascher und rascher im übrigen Frankreich aus und entstand im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts auch in Deutschland u. zw. zunächst in Schwaben, Schlesien und Sachsen, während die Gebiete von Rhein, Mosel, Nahe, Main und Neckar erst später die hauptsächlichsten Gegenden für die Schaumweinerzeugung wurden. Gegenwärtig ist diese bereits in vielen Ländern eingebürgert. So besitzt Oesterreich-Ungarn bedeutende Schaumweinfabriken, auch England, die Schweiz und Amerika liefern beträchtliche Mengen dieses Getränkes und neuerer Zeit hat auch Italien und die Krim mit der Erzeugung desselben begonnen. Von diesen verschiedenen Schaumweinsorten sind die französischen und deutschen die geschätztesten und einander vollkommen ebenbürtig, ja viele Schaumweinhäuser der Champagne sind sogar in deutschen Händen. Neuerer Zeit sind auch andere Verfahren der Schaumweinfabrikation aufgekommen, nach welchen

ausserhalb des Weines erzeugte Kohlensäure in diesen unter Druck eingeführt, oder die Kohlensäure zwar im Weine selbst, aber nicht durch Gährung erzeugt wird. Man pflegt die so erhaltenen Weine, im Gegensatz zu den nach französischer Art erzeugten, als künstliche Schaumweine, diese dagegen als echte oder eigentliche Schaumweine zu bezeichnen.

Eigenschaften. Von einem guten Schaumweine verlangt man, dass er nicht zu stark, vielmehr angenehm lieblich und mehr oder weniger süss sei, eine nicht zu starke Blume besitze, so viel Kohlensäure enthalte, dass beim Oeffnen der Flasche der Kork mit Gewalt herausgetrieben wird und endlich dass er einen Theil derselben möglichst hartnäckig zurückhalte, daher durch längere Zeit perlend und von prickelndem Geschmack bleibe. Der Alkoholgehalt der Schaumweine beträgt 10—14, meist 11—12 Vol.-Proc., der Säuregehalt etwa 5—6 in 1000 und der Zuckergehalt etwa 9—11 Proc. Alkohol- und Zuckergehalt, deren Höhe von der Menge des Liqueurzusatzes (s. später) abhängt, wird für verschiedene Absatzgebiete verschieden genommen, und letzterer z. B. für Deutschland, Oesterreich und Russland grösser gehalten, als für England und Frankreich. Die Farbe der Schaumweine ist sehr licht, häufig mit einem schwach röthlichen Ton, was entweder von der Verwendung blauer Trauben herrührt, oder durch absichtlichen Zusatz von Druckwein dieser, oder von sog. *teinte de fismes* aus Hollunderbeeren, hervorgerufen wird. Die früher beliebte bräunliche Färbung (*oeil de perdrix*) ist nicht mehr gebräuchlich. Hie und da, sowohl in Frankreich wie in Deutschland, wird auch als Besonderheit rother Schaumwein aus blauen, auf den Hülsen vergohrenen Trauben erzeugt. Geschmack und Blume des Schaumweines werden in erster Reihe von der Traubensorte bedingt, in zweiter Reihe aber auch durch den Liqueurzusatz wesentlich beeinflusst, indem dieser verschiedene südliche Dessertweine, Cognac u. a. Zuthaten, enthält. Auch pflegt man dem Moselschaumwein Moselblüthen zuzusetzen. Der Kohlensäuregehalt der Schaumweine ist ziemlich verschieden. Im Handel unterscheidet man hiernach 3 Sorten, nämlich: grand mousseux, wenn der Druck in den Flaschen $4^1/_2$—5 Atmosphären und darüber beträgt, mousseux, bei einem Druck von 4—$4^1/_2$ Atm. und crémant bei einem Druck unter 4 Atm. Maumoné unterscheidet abweichend hievon folgende Arten: „mousse très forte“ mit $5^1/_2$ bis 6 Atm. Kohlensäuredruck, „belle mousse“ mit $4^1/_2$—$5^1/_4$ Atm. Druck und „mousse marchande“ mit 4—$4^1/_4$ Atm. Druck. Der grand mousseux zeichnet sich dadurch aus, dass der Kork beim Oeffnen der Flasche mit starkem Knall herausgeschleudert wird, was hauptsächlich die Folge des starken Druckes ist, der in der sog. Kammer, d. i. dem etwa 15—20^{cc} grossen Raume zwischen Kork und Weinoberfläche, herrscht. Dieser Druck ist abhängig von der Menge der vorhandenen Kohlensäure, von der Temperatur, dem Luftdruck und dem Löslichkeitsvermögen des Weines für Kohlensäure und steht zu den beiden erstgenannten in geradem, zu den beiden letztgenannten in verkehrtem Verhältnis. Für den Werth des Schaumweines ist jedoch der starke Druck in der Flasche, mithin starkes Knallen beim Oeffnen derselben, nicht massgebend, vielmehr wünschenswerth, dass der Wein die Kohlensäure möglichst lange zurückhalte, was gerade bei stark knallenden Schaumweinen meist nicht vorkommt. Das Verbleiben der Kohlensäure im Weine hängt von dem Grade der Löslichkeit derselben in diesem, aber auch vom Luftdruck, der Temperatur und verschiedenen anderen Umständen ab. Das Löslichkeitsvermögen des Weines für Kohlensäure nimmt mit dem Alkoholgehalt desselben zu, wird aber mit steigendem Extractgehalt vermindert. Den Einfluss der Temperatur macht man sich derart zu Nutze, dass man den Wein vor dem Oeffnen der Flasche in Eis kühlt (frappirt), wozu eine Zeit von längstens 10 Minuten völlig genügt. Man hat auch eigene Kühlvorrichtungen (Frappirmaschinen), in denen die Flasche durch eine Kurbel mit Zahnradübertragung im Eis gedreht werden kann. Andere Umstände, welche die Dauer des Verbleibens der Kohlensäure im Weine, mithin die Dauer des Perlens (*pétillement*), beeinflussen, sind der Grad der Zähigkeit des Weines, Erschütterungen (auch durch Tonwellen hervorgerufene), das Vorhandensein von

porösen oder rauhen Gegenständen, von Rauhigkeiten oder Ritzen der Gefässwände, die Gestalt des Glases u. dgl. m.

Darstellung. Wie schon erwähnt, gibt es zwei Verfahren der Bereitung des Schaumweines: ein älteres, aus der Champagne stammendes, fast allgemein angewendetes, welches die „echten“ Schaumweine liefert und bei welchem die Kohlensäure durch Gährung im Weine erzeugt wird und ein neueres, nach welchem die „künstlichen“ Schaumweine hergestellt werden, deren Kohlensäure nicht durch Gährung entsteht.

1. Bereitung der Schaumweine nach dem Verfahren der Champagne. Nach diesem wird ein in entsprechender Weise hergestellter und behandelter Wein mit jener Menge von Zucker versetzt, welche bei der Vergährung die, zur Erzeugung des gewünschten Druckes erforderliche Kohlensäuremenge liefert und hierauf in verschlossenen Flaschen der Gährung unterworfen. Durch Drehen wird hierauf der hiebei gebildete Hefeabsatz in den Flaschenhals gebracht und durch rasches Oeffnen aus demselben entfernt (Degorgiren). Dem so erhaltenen klaren, mit Kohlensäure beladenen Weine wird alsdann durch Zusatz des sog. „Liqueurs“, einer sehr zucker- und alkoholreichen, mit geschmack- und geruchgebenden Stoffen versetzten Flüssigkeit, ein gewisser Süssweincharakter ertheilt und hierauf der Verschluss und das äussere Aussehen der Flaschen in der üblichen Art hergestellt.

Soll ein Schaumwein erzeugt werden, der dem in der Champagne hergestellten möglichst gleich ist, so ist es unbedingt nöthig, dass der hiezu erforderliche Wein, auch aus der dort verwendeten Rebensorte, nämlich einer der Spielarten des blauen Burgunders (Pineau, Gamay) erzeugt sei. Die kleinbeerigen Spielarten (blauer Burgunder, Ruländer, Müllerrebe) liefern feine, die grossbeerigen (Gamay) leichte Schaumweine. Die Burgunderrebe hat den Vortheil, dass sie einen Wein von sehr feinem Geschmack und geringem Säuregehalt liefert und dass der in ihren Hülsen vorhandene Farbstoff beim Pressen nicht so leicht in den Saft übergeht wie bei anderen Sorten, da derselbe hauptsächlich in den äusseren, dickwandigeren Zellschichten vorhanden ist, dass es mithin leichter ist, aus derselben einen „Weissherbst“ zu erzeugen. Die Trauben werden stets unvermaischt gepresst (s. pag. 576). Weisse Trauben sind zur Erzeugung eines, dem französischen Schaumweine völlig gleichenden Erzeugnisses nicht brauchbar, weil sie stets einen mehr grünlich-gelben, statt röthlichen Wein geben, der auch einen anderen Charakter hat, selbst wenn die Trauben unvermaischt gepresst werden. Es werden indess vielfach, selbst in der Champagne, die blauen Trauben mit etwa $^1/_4$—$^1/_3$ weisser Trauben versetzt. Am Rhein und an der Mosel, sowie auch an anderen Orten stellt man aber auch aus weissen Trauben, z. B. Traminer, Riesling, eigenartige, den französischen nicht gleichende Schaumweine her, die sich allerdings auch noch nicht so eingebürgert haben wie diese. Nachdem der Most vergohren und der Jungwein geklärt ist, wird entweder während des Abziehens oder nach demselben, behufs Gewinnung einer grösseren Menge gleichförmigen Weines von den gewünschten Eigenschaften, der sogen. Cuvée, ein Verschnitt von Weinen verschiedener Lagen, verschiedenen Charakters und Alters vorgenommen. Auf diese Arbeit wird ein grosser Werth gelegt, da hiedurch die Fabrik leichter in die Lage kommt, stets ein gleichmässiges Erzeugnis zu liefern. Auch sucht man dabei durch Zusatz älterer, ausgebauterer Weine, die spätere Flaschengährung zu mässigen. Der Wein soll durch die Gährung und das Schulen so viel Eiweissstoffe verlieren, dass er zwar in der Flasche noch leicht gährt, sich aber dann in keiner Weise mehr ändert, weshalb man eiweissreiche Weine auch mit Tannin oder Kernextrakt versetzt. Nach dem Verschneiden wird der Wein meist mit Hausen geschönt und nach kurzem Lagern mit Zucker versetzt und der Flaschengährung unterworfen. Durch die Menge des zugesetzten Zuckers wird die Menge der entstandenen Kohlensäure und somit auch die Höhe des in den Flaschen vorhandenen Druckes bestimmt und da diese nur einen bestimmten Druck aushalten, so ist die genaue Ermittlung der zu-

zusetzenden Zuckermenge sehr wichtig. Da es früher an einer genauen Grundlage für diese Bestimmung fehlte, hatte man mit einer grossen Unsicherheit zu kämpfen und es fiel der Druck bald zu niedrig aus, bald wurde wieder ein sehr grosser Theil der Flaschen, oft weit mehr als die Hälfte, durch übergrossen Druck zerrissen, wodurch oft ungeheure Verluste entstanden. Gegenwärtig ist man im Stande, den Druck genau zu regeln und so den Verlust durch Bruch auf das kleinste Mass herabzudrücken. Es geschieht dies dadurch, dass man entweder (durch Rechnung oder durch Versuche) die Menge der Kohlensäure ermittelt, welche bei einer bestimmten Gährtemperatur in einem Weine von bestimmter Zusammensetzung, den gewünschten Druck zu erzeugen vermag und hieraus den erforderlichen Zuckerzusatz berechnet, oder dass man die Menge des, zur Erzeugung des gewünschten Kohlensäuredruckes erforderlichen Zuckers, unmittelbar durch Versuche bestimmt. Um die Ausbildung dieser verschiedenen Verfahren haben sich namentlich François und Maumené grosse Verdienste erworben (s. Maumené, Traité theor. et prat. du travail des vins, und A. v. Regner, die Bereitung d. Schaumweine, Hartleben). Bei dem Verfahren von François und seiner Abänderungen durch Couerbe, Robinet und Maumené wird der Zuckergehalt des Weines bestimmt und dann so viel Rohrzucker zugesetzt, dass der Gesammtgehalt des Weines an Zucker eine gewisse, ein für allemal ermittelte Höhe erreicht, bei welcher der gewünschte Erfolg eintritt. Zur Ermittlung des Zuckergehaltes im Wein benützt François eine Senkwage mit empirischer Scala, welche er Gleucoönometer nennt. Sie sinkt in einer 15procentigen Kochsalzlösung auf den Theilstrich 15, in Wasser auf 0 ein und hat gleichweit von einander abstehende, über und unter 0 aufgetragene Theilstriche. Mit ihr wird der auf $^1/_6$ seines Volumens eingeengte (somit alkoholfreie) Wein „gewogen“, hiernach aus einer zugehörigen Tabelle der dem Befund entsprechende Zuckergehalt abgelesen und dann dem Weine so viel Zucker zugesetzt, dass der Liter der Mischung 20 Gr. Rohrzucker enthält, was nach François einem Druck von 5·4 Atm. bei 15° entsprechen soll, wenn der Wein 11 – 12 Vol.-Proc. Alkohol enthält. Die angegebene Zuckermenge liefert jedoch einen etwas geringeren Druck als François angab und es muss nach Maumené für den angegebenen Alkoholgehalt und einen Säuregehalt von 4·6 bis 5·4 Gr. in 1000 Thl., ausgedrückt in Weinsäure, 20—22·5 Gr. Zucker zugesetzt werden. Sehr häufig wendet man, seiner Einfachheit halber, das von Couerbe angegebene Verfahren an, welches sich darauf gründet, dass der für den früher angegebenen Druck erforderliche Zuckerzusatz, die Dichte des Weines genau um den gleichen Betrag über die Dichte des Wassers erhöht, als jene durch den Alkoholgehalt des Weines unter diese herabgedrückt wird. Man setzt daher dem Weine so lange Zucker zu, bis seine Dichte gleich ist jener des Wassers. Man kann natürlich auch das Verfahren von François derart ausführen, dass man den Zuckergehalt des Weines nicht durch das Gleucoönometer, sondern auf chemischem Wege, mittels Fehling'scher Lösung, bestimmt, was bedeutend genauer, aber für die Praxis meist zu umständlich ist. Während die bis jetzt besprochenen Verfahren den Zuckergehalt des Weines nur auf eine empirisch ermittelte Höhe bringen, wird derselbe bei dem Maumené'schen Verfahren auch dem Lösungsvermögen des Weines für Kohlensäure genau angepasst. Zu diesem Behufe wird dasselbe entweder aus der chemischen Zusammensetzung berechnet, wobei nur der Wasser- und Alkoholgehalt in Berücksichtigung gezogen wird, oder es wird mit Hilfe eines von Maumené angegebenen Apparates bestimmt. Dies geschieht in der Art, dass der zu prüfende, mit Kohlensäure gesättigte Wein, in einen mit Kohlensäure gefüllten Raum gebracht wird, in welchem man dann aus einer bekannten Menge Soda die Kohlensäure entwickelt und die dadurch entstandene Drucksteigerung, welche natürlich vom Absorbtionsvermögen des Weines abhängt, bestimmt und aus derselben auf dieses schliesst. Mit Hilfe dieses Lösungsvermögens wird dann die, für den gewünschten Druck erforderliche Kohlensäuremenge und aus dieser der Zuckerzusatz berechnet, oder letzterer in einer von Maumené

ausgearbeiteten Tabelle nachgesehen. Endlich hat auch Maumené vorgeschlagen den Zuckerzusatz derart zu bestimmen, dass man eine Anzahl Flaschen mit dem Weine, etwas Hefe und verschiedenen Zuckermengen versetzt, mit je einem Manometer versieht, den Druck nach beendeter Gährung abliest und jenen Zuckerzusatz wählt, welcher den gewünschten Druck lieferte. Das verwendete, von Schinz erfundene Manometer, ist an seinem unteren Theil mit einer Schraubenwindung versehen, mit welcher es in den Stöpsel der Flasche eingeschraubt wird. Es wird auch anderweitig in der Schaumweinerzeugung zur Prüfung des Druckes in den Flaschen angewendet und erhielt von Maumené den Namen Aphrometer. Der dem Weine zuzusetzende Zucker soll sehr rein und nicht gebläut sein. Für feine Schaumweine verwendet man nur Zucker aus Zuckerrohr. Er wird entweder unmittelbar in Stücken zugesetzt oder besser vorher in Wasser oder Wein gelöst und die Lösung geläutert. Das Lösen geschieht entweder in der Kälte oder in der Siedehitze und wird dann zweckmässig mit einem Abschäumen verbunden. Nebst dem Zucker setzt man gern noch solche Körper zu, welche den Hefenabsatz pulverig machen, so dass er sich beim Degorgiren leicht vollkommen aus der Flasche entfernen lässt. Maumené empfiehlt als sehr wirksam Tannin und Gelatine mit etwas Alaun. Letzterer Körper ist jedoch gesundheitsschädlich und daher verwerflich. Hat man ganz alte Weine verwendet, die zu wenig Eiweissstoffe für die Ernährung der Hefe enthalten, so setzt man etwas Cibebenextract zu. Fürchtet man, dass die Gährung wegen Mangel an Hefe nicht eintreten könnte, so wird ein wenig gährender Wein zugefügt. Diese Zusätze sind jedoch selten nothwendig. Die zum Einfüllen verwendeten Flaschen müssen einen sehr starken Druck aushalten und werden in den Glashütten meist auf 20 Atmosphären geprüft. Dennoch fängt der Bruch, wegen des lange anhaltenden Druckes, schon bei 6·5 Atm. an und nur wenige Flaschen halten einen andauernden Druck von 8 Atm. aus. Die Schaumweinflaschen fassen etwa 800—830^{cc} und haben ein Gewicht von 850—900 Gr. Da gebrauchte Flaschen viel weniger Bruch liefern als neue, so werden dieselben gesammelt und in den Handel gebracht. Das Einfüllen in die Flaschen (Abziehen, *tirage*) muss möglichst rasch geschehen, damit nicht durch Gährung ausserhalb derselben Kohlensäure verloren gehe. Man bedient sich daher meist einer Flaschenfüllmaschine. Der Raum zwischen Kork und Weinoberfläche darf nicht zu gross sein, da sich hiedurch erfahrungsgemäss die Gefahr des Zerplatzens der Flaschen steigert. Man lässt meist einen Raum von etwa 15^{cc} frei. Das Verkorken geschieht mit Maschinen, welche sich von den gewöhnlichen dadurch unterscheiden, dass sie den Kork nur zur Hälfte eintreiben, weshalb sich die Hülse für den Kork öffnen lässt. Die zum ersten Verschluss verwendeten Korke sind meist nicht ganz so vorzüglich wie die für den endgiltigen Verschluss verwendeten. Der eingetriebene Kork wird mit einer festen, nicht aus Werg, sondern aus Spinnhanf hergestellten Hanfschnur, unter Benützung eines kleinen Hilfsgeräthes, festgebunden oder neuerer Zeit auch mit einem kleinen Drahtkorb befestigt. Auch hat man an manchen Orten das Binden mit Hanfschnur und Draht durch das sog. Agraffiren ersetzt, bei welchem ein starker, bügelförmig gebogener Draht durch eine Hilfsmaschine mit seinen hakenförmig gebogenen, freien Enden am Flaschenringe befestigt wird. Dieser Verschluss soll jedoch minder fest sein. Zur Gährung werden die Flaschen wagrecht gelegt und mit Hilfe von aufgelegten Latten derart zu freistehenden mauerartigen Stössen aufgeschlichtet, dass sie in denselben zwei Reihen bilden und die Hälse der Flaschen einer Reihe zwischen den Flaschenbäuchen der anderen Reihe liegen, so dass jede einzelne Flasche leicht herausgenommen werden kann. Die Leitung der Gährung erfolgt nach zwei Verfahren. Entweder bringt man die Flaschen sogleich in tiefer liegende, kühlere Keller, in denen die Gährung nur langsam eintritt und verläuft, und in welchen sie $1^1/_2$—2, mitunter selbst bis 3 Jahre dauert, oder man lässt die Gährung in wärmeren Räumen beginnen und überträgt erst später die Flaschen in kühlere Räume. Bei letzterem Verfahren kann die Gährung schon in einem Jahre beendet sein, doch erfordert

dasselbe eine sorgfältige Ueberwachung, da sonst der Verlust durch Zerspringen der Flaschen leicht zu bedeutend wird. Es ist daher sehr zweckmässig einige Flaschen ständig mit einem Aphrometer zu versehen und an diesem den Verlauf der Gährung und der Drucksteigerung zu verfolgen. Verläuft die Gährung zu schnell, so erniedrigt man die Temperatur durch Lüften oder durch Begiessen des Flaschenstösse mit kaltem Wasser oder durch Einbringen von Eis in den Gährraum oder durch rechtzeitiges Uebertragen der Flaschen in kältere Räume. Die beim Zerspringen der Flaschen ausgetretene Flüssigkeit wird durch Rinnen gesammelt und am besten mit der beim Degorgiren erhaltenen verarbeitet oder aber für sehr geringe Schaumweine nach dem Filtriren bei der Herstellung des Weingemisches durch Verschneiden verwendet. Der Verlust durch Zerspringen der Flaschen beträgt gewöhnlich 10 Proc. Während der Gährung müssen die Flaschen öfter umgelagert und geschüttelt werden, damit sich die Hefe nicht fest an die Wände anlegt. Ist die Gährung beendet, so werden sie in Oeffnungen pultartiger Gestelle mit dem Halse nach abwärts unter einem Winkel von 30 bis 35^0 gegen die Lothrichtung eingesteckt. Durch öfteres Schütteln und Drehen wird die Hefe allmälig vollständig in den Hals auf den Kork gebracht und dann die Flaschen in senkrechter Stellung mit dem Halse nach abwärts, durch Latten gestützt, zu Stössen aufgeschlichtet. Für die vollständige Entfernung der Hefe aus den Flaschen ist es nothwendig, dass der Hefenabsatz eine bestimmte Beschaffenheit habe. Er darf nicht an den Wänden haften, sowie auch nicht flockig und leicht aufrührbar oder schleimig sein, sondern muss am besten eine sandig körnige, schwere Beschaffenheit haben. Von der richtigen Beschaffenheit des Hefenabsatzes hängt das ganze Gelingen der Schaumweinerzeugung ab und man trachtet daher durch entsprechende Vorbehandlung des Weines, sowie durch die bereits erwähnten Zusätze auf dieselbe einzuwirken. Auf die verschiedenen Arten der fehlerhaften Beschaffenheit des Hefenabsatzes sowie deren Ursachen und ihre Behandlung kann hier nicht näher eingegangen werden. Die Erfahrungen, welche durch Hansen und seine Schüler über die Hefenspielarten bekannt geworden sind, lassen vermuthen, dass auch die Eigenschaften des Absatzes in den Schaumweinflaschen wesentlich durch verschiedene Hefenspielarten beeinflusst oder geradezu bedingt werden und es wäre daher wichtig, sich auch in der Schaumweinerzeugung der Hefenfrage ernstlich zuzuwenden. Die im Flaschenhalse angesammelte Hefe wird nun durch Handarbeit aus demselben entfernt, was als Degorgiren, Enthefen oder Ausspritzen bezeichnet wird und einen sehr geschickten Arbeiter (Degorgeur) erfordert. Dieser hält die Flasche mit dem Halse schräg nach abwärts vor eine grosse seitliche Oeffnung eines aufrecht stehenden Fasses, lüftet den Kork bis derselbe sammt der Hefe ausspringt, reinigt durch einen Griff mit dem Finger den Flaschenhals und verschliesst dann rasch die Flasche vorläufig mit einem anderen Korke. Dieselbe erhält dann nur noch den Liqueurzusatz und den endgiltigen Verschluss und ist damit handelsfertig. Der Liqueur ist eine zucker- und alkoholreiche Flüssigkeit, welcher durch verschiedene Zusätze ein bestimmter Charakter ertheilt wird. Die Grundlage wird durch Auflösen von, aus Zuckerrohr bereitetem, Kandiszucker in Wein hergestellt; so wird z. B. sog. gekochter Liqueur bereitet durch Auflösen von 50 Kg. Kandiszucker in 15 L. heissem Wasser und 20 L. weissem Wein und Einengen der Lösung auf 50 L.; oder gewöhnlicher Liqueur aus 150 Kg. Kandiszucker, 125 L. Wein und 10 L. feinem Cognac. Zu einer solchen Grundlage kommen dann Zusätze von Cognac, Portwein, Sherry, Madeira, Kirschbranntwein, Himbeerbranntwein, Hollunderbeerfarbe u. s. w. Die verschiedenen Vorschriften für die Liqueure werden meist von den Fabrikanten geheim gehalten; sie richten sich vor allem nach dem Geschmack des betreffenden Absatzgebietes. Auch die Menge des Zusatzes (Dosirung) ist in erster Reihe von diesem Umstande abhängig. Eine Flasche erhält 100—260^{ccm}. Geringere Sorten erhalten weniger, feinere bis zu 180^{ccm}. Was darüber hinausgeht, ist nur für Länder bestimmt, wo man den Schaumwein gern besonders süss trinkt, wie z. B. Russ-

land, Norddeutschland u. s. w. Um den Liqueur zusetzen zu können, muss meist vorher noch etwas Schaumwein aus der Flasche entleert werden, was entweder von einem besonderen Arbeiter (Vidangeur), oder von demjenigen ausgeführt wird, welcher das Dosiren besorgt (Opéreur). Der Zusatz des Liqueurs erfolgt entweder mittels eines, mit einem Schnabel versehenen, Blechmasses oder mit Hilfe einer Maschine, welche die Menge der Flüssigkeit mittels eines Schwimmers abmisst. Der Liqueur wird unter Drehen der Flasche um ihre Längsachse an den Wandungen herabfliessen gelassen, um den Wein nicht aufzurütteln. Die Flasche wird nunmehr von einem weiteren Arbeiter (Recouleur) meist mit Hilfe einer besonderen, jeden Kohlensäureverlust ausschliessenden Maschine, mit klarem, undosirtem Schaumweine, unter Freilassung der „Kammer“ (s. oben) angefüllt, dann mit einer Verkorkungsmaschine von dem Verkorker (Boucheur) geschlossen und hierauf der Kork unter Benützung von einfachen Hilfsgeräthen von dem Binder (Ficelleur) mit einer festen Hanfschnur kreuzweise festgebunden und von dem Drahtbinder (Ficeleur au fil de fer) noch mit einer Schlinge von geglühtem Eisendraht befestigt. Alle von dem Enthefen ab folgenden Arbeiten werden in rascher Aufeinanderfolge von je einer Gruppe von Arbeitern (in einem „Atelier“), die einander in die Hände arbeiten, ausgeführt. Eine solche Arbeitergesellschaft kann 1400—1600 Flaschen im Tage fertigstellen. Die zum Verschlusse der Flaschen verwendeten Korke sind die besten des Handels. Sie werden vor der Verwendung $^3/_4$—$1\,^1/_2$ Stunden lang in Wasser, welches auf 1000 etwa 4 Thl. Salzsäure enthält und dann in kleiehaltigem Wasser gekocht, mit Wasser gereinigt und mit überhitztem Wasserdampf getrocknet. Die verschlossenen Flaschen werden behufs guter Mischung tüchtig geschüttelt und meist noch einige Wochen lagern gelassen um zu sehen, ob sie sich nicht trüben. Vor dem Versandt wird jener Theil des Halses, welcher keinen Wein enthält, mit Staniol beklebt, die Flaschen mit Zetteln versehen und hierauf in Kisten oder Weidenkörbe verpackt. Das hier geschilderte Verfahren der Schaumweinerzeugung wird gegenwärtig, trotz seiner grossen Kostspieligkeit und Umständlichkeit, noch in den meisten Fabriken angewendet, da es angeblich allein geeignet ist, dem Weine die entsprechende Güte, feine Blume und Harmonie zu verleihen, was aber wohl nicht so sehr auf das Verfahren, als auf das damit verbundene lange Lagern zurückzuführen sein dürfte. Indessen fehlt es nicht an zweckmässigen Vorschlägen zu Verbesserungen, die sich auch zum Theil Eingang verschafft haben. Vor allem hat man sich bemüht, die zweite Gährung statt auf Flaschen, in grossen Metallgefässen mit grossen Flüssigkeitsmengen durchzuführen und aus denselben den ganzen Hefenabsatz auf einmal zu entfernen. Diesem Zwecke dient der Oenophor von Rousseau und der Aphrophor von Jaunay und Maumené. Der Oenophor ist ein liegendes eisernes, innen glasirtes Gefäss von 2—4 Hektol. Rauminhalt, das mit einem Manometer und den erforderlichen Röhren und Hähnen versehen ist. Der Wein macht in ihm, mit allen Zusätzen versehen, die zweite Gährung durch und wird unmittelbar aus demselben, nach vorherigem Ablassen der Hefe, auf Flaschen gezogen. Der Druck wird dabei durch Verbindung mit dem sog. Gazostateur auf gleicher Höhe erhalten. Dieser letztere ist ein etwa zehnmal grösseres Gefäss, das gleichzeitig mehrere Oenophore bedient und mit Luft von der in ihnen herrschenden Spannung gefüllt ist, statt welcher aber Jobard Kohlensäure empfiehlt. Der Aphrophor von Jaunay und Maumené ist ein auf Ketten hängendes, kupfernes, innen stark versilbertes, aufrecht cylindrisches Gefäss von 2—12 und mehr Hektoliter Rauminhalt, das mit Manometer und Probehahn, sowie Zu- und Ableitungsröhren für Wein und Kohlensäure versehen ist. In einer Anzahl solcher Gefässe macht der Wein die zweite Gährung durch. Steigt der Druck zu sehr, so werden dieselben in kühlere Räume herabgelassen. Ueberdies ist die Einrichtung getroffen, dass bei Ueberschreitung eines bestimmten Druckes die überschüssige Kohlensäure selbstthätig in einen Gasometer entweicht. Durch Drehen des Gefässes um die Längsachse kann das Absetzen der Hefe beschleunigt werden.

Nach etwa 7 Monaten ist die Gährung vollendet. Die Hefe wird abgelassen und aus einem zweiten Aphrophor Liqueur eingedrückt oder umgekehrt der Wein in den zweiten, mit Liqueur beschickten Aphrophor hinübergepresst. Das Ueberdrücken geschieht mit Kohlensäure, welche in einem Gefäss, dem Condensator, unter 12—15 Atm. Druck gehalten wird. Durch diese Vorrichtungen, welche die Gährung im grossen Masstabe ausführen, wird Flaschenbruch, Weinverlust und Kohlensäureverlust vermieden, die Arbeit ungemein vereinfacht, indem das erste Verkorken und Verbinden, das Degorgiren und Dosiren jeder einzelnen Flasche wegfällt und endlich der Schaumwein in verhältnissmässig kurzer Zeit handelsfertig wird, wodurch viel an Zinsen erspart wird. Das Verfahren eignet sich daher namentlich zur Herstellung billiger Schaumweine und findet auch zu diesem Zwecke Verwendung. Die erhaltenen Weine haben geringere Güte und Blume, dürften sich jedoch durch längeres Lagern wesentlich verbessern. Um die Kohlensäureverluste beim Einfüllen des Liqueurs und beim Auffüllen der Flaschen mit Schaumwein zu vermeiden und um ferner das Abgiessen von Wein zu umgehen und so den „Zuvielwein" als Schaumwein verwerthen zu können, haben Jaunay und Maumené einen Apparat erfunden, welchen sie Garde mousseux nennen. Derselbe besteht aus einem kupfernen, innen versilberten, kugeligen Gefäss, in welchem durch Verbindung mit dem (früher erwähnten) Condensator ein Kohlensäuredruck erhalten wird, der die gleiche Höhe hat wie in den Schaumweinflaschen. Von diesen letzteren wird eine grössere Anzahl nach dem Enthefen nacheinander derart in denselben entleert, dass sie sich mit Kohlensäure von dem besagten Drucke füllen, worauf die Verbindung mit der Kugel aufgehoben und mit dem Gasometer für Kohlensäure hergestellt wird. Dadurch fällt der Druck in den Flaschen auf den Druck der umgebenden Luft, wobei der Ueberschuss der Kohlensäure in den Gasometer entweicht. Die Flaschen werden nun mit Liqueur versehen und aus der Kugel derart mit Schaumwein aufgefüllt, dass der Kohlensäuredruck in denselben, vor dem Einfliessen der Flüssigkeit, wieder auf seine ursprüngliche Höhe steigt. Natürlich kann man den Apparat auch, statt mit Flaschen, mit einem Aphrophor in Verbindung bringen. Der Garde mousseux bietet ausser den bereits erwähnten Vortheilen noch die Möglichkeit eines raschen und sicheren Arbeitens. Er ist jedoch kostspielig und wird daher nicht häufig angewendet. Da bei ihm auch Kohlensäure zur Verwendung kommt, die nicht durch Gährung entstanden ist, so hat er ferner den Nachtheil, dass diese dem Schaumwein bei ungenügender Reinigung leicht einen, von organischen Substanzen herrührenden, unangenehmen Geruch und Geschmack mittheilen kann.

2. Bereitung der künstlichen Schaumweine. Zur Erzeugung dieser wird die Kohlensäure stets aus Carbonaten entwickelt und zwar entweder im Weine selbst oder ausserhalb desselben. Im ersteren Falle wählt man Weinsäure und Kaliumbicarbonat zur Darstellung der Kohlensäure, wobei Weinstein entsteht, der, im Weine unlöslich, sich aus demselben abscheidet. Dieses Verfahren ist jedoch unpraktisch und theuer und eignet sich nur zur Darstellung im Kleinen. Meist entwickelt man daher die Kohlensäure ausserhalb des Weines, am zweckmässigsten aus Magnesit und Schwefelsäure, häufig aber auch aus billigeren Rohstoffen. Die Kohlensäure wird dann, nach sorgfältiger Reinigung, in den vollständig fertigen, mit allen Zusätzen versehenen Wein entweder bei gewöhnlicher Temperatur unter einem Druck von 6—8 Atm., oder unter starker Abkühlung und einem Ueberdruck von nur einer Atmosphäre eingepresst. Dabei wird der Kohlensäuredruck entweder durch Pumpen oder durch den Eigendruck des sich entwickelnden Gases, oder endlich durch Anwendung käuflicher flüssiger Kohlensäure erzeugt. Bei dieser Art der Darstellung von Schaumwein entfallen eine Menge schwieriger und theurer Arbeiten und die ganze Erzeugung wird so einfach und billig, dass es möglich ist, von derartigen Schaumweinen den Preis einer Flasche auf 1 fl. und noch weniger herabzusetzen. Es sind daher die meisten billigen Schaumweine nach diesem Verfahren erzeugt. Die Güte derselben lässt sehr häufig viel zu wünschen übrig, was aber nicht in dem Verfahren,

sondern darin liegt, dass man zu ihrer Darstellung einen sehr geringen Wein, Cognac, Zucker u. s. w. verwendet. Bei genügender Sorgfalt und bei Anwendung ebenso vorzüglicher Rohstoffe, wie sie bei der Erzeugung des Schaumweines nach dem französischen Verfahren benützt werden, sowie endlich bei genügend langem Lagern des fertigen Schaumweines, muss es möglich sein, auch nach diesem Verfahren vorzügliche Erzeugnisse zu liefern.

Bei der Darstellung der künstlichen Schaumweine hat man meist nicht die Absicht, die französischen Schaumweine nachzuahmen und wählt daher gewöhnliche, milde Weissweine des Handels. Sie sollen möglichst wenig gefärbt sein und können zweckmässig mit einer Spur Rothwein versetzt werden, um ihnen einen röthlichen Ton zu geben. Durch passenden Verschnitt regelt man die chemische Zusammensetzung und richtet dann sein ganzes Bestreben darauf, den Wein möglichst vollkommen Flaschenreif zu machen, um alle nachträglichen Trübungen zu verhindern. Nicht nur möglichst vollkommene Vergährung, wiederholtes Abziehen und Filtriren wird angewendet, sondern auch Pasteurisiren, das man häufig in Flaschen ausführt, um die Temperatur längere Zeit einwirken lassen zu können. Der völlig klare Wein wird nun mit Liqueur versetzt. Dieser letztere kann ebenso hergestellt werden wie für französische Schaumweine, wird aber meist aus billigeren Rohstoffen erzeugt. Man nimmt nur gewöhnlichen weissen Hutzucker, billigen Cognac, oder statt dieses starke südliche Weine u. s. w. Für 100 L. Wein macht man den Liqueur meist aus 12—14 Kg. Zucker, 4 bis 5 Flaschen Cognac und 2—4 Flaschen altem Süsswein. Der Zucker soll womöglich noch mit Thierkohle gereinigt und der fertige Liqueur filtrirt werden. Nach dem Mischen des letzteren mit dem Weine ist häufig ein nochmaliges Filtriren erforderlich. Die Vorrichtungen, welche zur Einführung der Kohlensäure in den soweit hergerichteten Wein dienen, stimmen nahezu vollständig mit jenen überein, welche zur Darstellung künstlicher Säuerlinge in Verwendung stehen. Im Kleinen kann man schon den Liebig'schen Krug (s. d. X pag. 413) zu dem genannten Zwecke benützen, in welchem die Kohlensäure durch Kaliumbicarbonat und Weinsäure entwickelt wird. In gleicher Weise geschieht dies auch in einem, für etwas grössere Mengen bestimmten, E. Gressler in Halle patentirten Apparate. (Koller, Erfindungen 1879 pag. 566; Weinbau, Bd. 6, pag. 181; Weinlaube, Bd. 12, pag. 130.) Derselbe besteht aus einem, etwa 50 Flaschen fassenden, drehbaren Gefässe, das den Wein aufnimmt und einem daraufgesetzten kleineren, welches die trockene Mischung von Weinsäure und Kaliumbicarbonat erhält. Durch Drehen wird diese in den Wein gespült und dann der Apparat 48 Stunden stehen gelassen. Der Weinstein setzt sich ab und klärt dabei den Wein. Dieser wird hierauf auf Flaschen gezogen, wobei durch einen kleinen Kohlensäure-Entwickler der Druck auf gleicher Höhe erhalten wird. Die in dieser Weise dargestellte Kohlensäure ist jedoch für den Grossbetrieb zu theuer. Für diesen verwendet man meist Kalkspath oder Marmor und Schwefelsäure. Die Apparate zum Entwickeln und Einpumpen der Kohlensäure sind genau dieselben, wie sie zur Herstellung künstlicher Säuerlinge Verwendung finden (s. Bd. X pag. 414 u. f.). Grosse Sorgfalt ist auf die Reinigung der Kohlensäure, namentlich von organischen Substanzen (durch Kaliumpermanganat) und auf die Reinheit der zu ihrer Darstellung dienenden Rohstoffe zu verwenden. Der Druck, unter welchem die Kohlensäure eingepumpt wird, beträgt für 5° C. 4 Atm., für 10° C. 5 Atm. und für 15° C. 6 Atm. Mitunter kommt es vor, dass der Wein sich in Folge des Einpumpens der Kohlensäure nachträglich trübt. In diesem Falle sättigt man ihn in besonderen grösseren Gefässen mit Kohlensäure, aus denen er erst nach längerem Stehen auf Flaschen gezogen wird. Neuerer Zeit hat Musitzky (Weinlaube 1886, Nr. 27) ein Verfahren zur Darstellung von künstlichem Schaumwein angegeben, durch welches dieser dem, nach französischer Art erzeugten, völlig gleich werden soll. Er glaubt dies durch Anwendung sehr reiner Kohlensäure, sowie dadurch erreichen zu können, dass er beim Einpumpen derselben jede Bewegung des Weines vermeidet. Die

Kohlensäure wird durch Glühen von Natriumbicarbonat in Retorten erzeugt, mit Wasser gekühlt, in einem Vorrathsgefäss unter hohem Druck angesammelt und aus diesem in den sog. „Mousseuxbereiter" geleitet. Hat sie in letzterem einen Druck von 8 Atm. erreicht, so wird derselbe gegen das Vorrathsgefäss abgesperrt und mit dem gleichgrossen, zu $^5/_6$ mit Wein gefüllten „Champagnerkessel" verbunden, in welchen die Kohlensäure unter abnehmendem Druck allmälig von unten eindringt. Ob dieses Verfahren das angegebene Ziel wirklich erreicht und ob es sich in der Praxis einbürgern wird, erscheint sehr fraglich. Das billigste Verfahren zur Darstellung künstlicher Schaumweine ist das von Carpené (Weigelt, Oenolog. Jahresber., Bd. II, pag. 120). Nach diesem wird der mit Kohlensäure zu sättigende Wein auf —6° C. abgekühlt und die Kohlensäure bei einem Ueberdruck von nur einer Atmosphäre in denselben eingepumpt. Man erreicht dadurch einerseits, dass der Apparat viel weniger Druck auszuhalten hat und daher minder fest, einfacher und billiger hergestellt werden kann, andererseits, dass auch das Abziehen auf Flaschen bedeutend erleichtert und vereinfacht wird, da die Kohlensäure des Weines unter einem geringen Drucke steht. Die aus Magnesit und Schwefelsäure entwickelte, gereinigte Kohlensäure wird in einem Gasometer gesammelt und aus demselben in den Apparat gepumpt. Dieser besteht aus einem aufrecht stehenden, mit Rührer versehenen Cylinder, in welchen die Kohlensäure sowohl von oben wie von unten eintreten kann und in letzterem Falle dabei durch einen eingesetzten Siebboden getrieben wird und welcher sich in einer Kältemischung von Eis und Kochsalz befindet. Der Wein wird unter beständigem Rühren auf —6° C. abgekühlt, was in etwa 3 Stunden geschehen ist. Unter diese Temperatur darf man nicht oder höchstens bei alkoholreichen Weinen gehen, da sich sonst zu viele Eiskrystalle ausscheiden. Beim Abziehen wird der Druck durch von oben eingeleitete Kohlensäure auf gleicher Höhe erhalten. Die auf diese Weise hergestellten Schaumweine sind mitunter anfänglich von ausgeschiedenen Weinsteinkrystallen etwas trübe; dieselben lösen sich jedoch bei höherer Temperatur allmälig wieder auf. Carpené stellt nach diesem Verfahren Schaumwein her, von welchem die Flasche zu 2 Francs in den Handel kommt. In Italien arbeiten 6 Fabriken nach diesem Verfahren (Weinlaube 1882, pag. 50). Alle künstlichen Schaumweine können unmittelbar nach ihrer Fertigstellung in Verwendung genommen werden; es ist jedoch besser, dieselben mindestens einige Wochen liegen zu lassen, weil dann die Kohlensäure nicht so rasch und auch in kleineren Bläschen entweicht als unmittelbar nach der Herstellung. Es wäre nicht unmöglich, dass diese Erscheinung auf die Bildung kleiner Mengen leicht zerlegbarer Kohlensäureverbindungen zurückzuführen ist.

Fehler und Krankheiten der Weine. Krank nennt man einen Wein dann, wenn er durch die Thätigkeit von Fermentwesen derartig fortdauernd verändert wird, dass er hiedurch als Getränk und Genussmittel entweder vollständig unbrauchbar oder wenigstens stark entwerthet wird. Als Fehler oder Mangel eines Weines pflegt man dagegen eine solche Veränderung desselben zu bezeichnen, welche entweder durch das vollständige Fehlen oder das starke Zurücktreten eines Weinbestandtheiles, oder häufiger durch das Auftreten eines fremdartigen Stoffes bedingt wird und die Eigenschaften desselben, insbesondere Farbe, Geruch und Geschmack, ungünstig beeinflusst, wodurch er gleichfalls stark entwerthet wird. Die fehlerhafte Beschaffenheit eines kranken Weines ist somit in beständiger Steigerung begriffen, welcher nur durch Tödtung der betreffenden Fermentwesen Einhalt gethan werden kann, während sie sich in einem solchen Weine, welcher mit einem Weinfehler behaftet ist, in keiner Zunahme befindet und auch nicht durch die Entwicklung eines Fermentwesens zu Stande kommt. Die meisten Fehler und Krankheiten des Weines lassen sich auf eine mangelhafte Kellerwirthschaft und namentlich auf Unreinlichkeit im Kellerbetriebe zurückführen. Nur selten trägt eine unrichtige Beschaffenheit der Trauben die Schuld. Im Folgenden sollen die wichtigsten Krankheiten und Fehler des Weines kurz besprochen werden.

A. Weinkrankheiten. 1. Kahm oder Kuhnen des Weines. Diese Krankheit entsteht nur in Weinen, welche weniger als 11—12 Vol.-Proc. Alkohol enthalten, noch nicht völlig ausgereift sind und bei ungehindertem Zutritt der Luft, dieser eine freie Oberfläche darbieten. Unter diesen Umständen entsteht auf der Oberfläche des Weines eine, aus hefeartigen Pilzen zusammengesetzte Haut, welche, anfangs dünn und durchscheinend, bei Vermeidung von Erschütterungen allmählig sehr dick und derb, faltig, undurchsichtig und gelblich wird. Der Pilz dieser Kahmhaut wurde von Pasteur *Mycoderma vini,* von Rees, der ihn als eine Hefenart betrachtete, *Saccharomyces Mycoderma* genannt. E. Chr. Hansen zeigte jedoch, dass er kein echter Hefenpilz ist. Die Kahmhaut wirkt auf den Wein oxydirend, indem sie den Alkohol und die Weinsäure zu Kohlensäure und Wasser verathmet. Nebenher müssen aber auch noch andere Körper gebildet werden, da der Wein auch einen unreinen, unangenehmen Geschmack annimmt. Am meisten hat man mit der Kahmkrankheit bei Jungwein zu kämpfen, namentlich dann, wenn man die Fässer nicht sorgfältig spundvoll hält. Auch in Flaschen tritt dieselbe manchmal auf, wenn sie statt liegend, aufrecht stehend aufbewahrt werden. In der Kahmhaut siedeln sich häufig Essigpilze an, so dass auch noch Essigbildung eintritt. Die Krankheit lässt sich am besten dadurch vertreiben, dass man durch vorsichtiges Auffüllen des Fasses mit Wein die Kahmhaut zum Austreten bringt und dann das Fass sorgfältig spundvoll hält. Besser noch ist es, den Wein vorher mit starkem Sprit zu überschichten und so den Pilz zu tödten (s. a. Bersch, Allg. Wein-Ztg. 1887, Nr. 5). 2. Der Essigstich. Dieser wird durch den Essigpilz oder das Essigferment *Mycoderma aceti* Pasteur oder *Bacterium aceti* Kützing hervorgebracht. Dasselbe besitzt die Eigenschaft, den Alkohol des Weines zu Essigsäure zu oxydiren und in ganz kleiner Menge (an der Flüssigkeitsoberfläche) auch zu Kohlensäure und Wasser zu verathmen. Dabei bildet dieser Spaltpilz wie der Kahmpilz eine Haut, welche den Namen Essigmutter, Essighäutchen oder Essigkahmhaut führt. Auf seine Entwicklung wirkt namentlich höhere Temperatur und reichlicher Sauerstoffzutritt sehr fördernd, dagegen hemmend und selbst unterdrückend ein Alkoholgehalt von mindestens 15—16 Vol.-Proc., sowie ein grösserer Gehalt an Gerbsäure, Weinsäure und Aepfelsäure. Am leichtesten entsteht der Essigstich bei der Rothweingährung, wenn der Hut mit der Luft in Berührung kommt. Während des Lagerns sind es namentlich zu warme Keller, unreine Geschirre und Nachlässigkeit im Auffüllen, welche die Bildung des Essigstichs begünstigen. Vorbeugend gegen das Auftreten der Krankheit wirken daher: vorsichtige Leitung der Hauptgährung, insbesondere Verhinderung der Bildung eines trockenen Hutes, Aufbewahrung des Weines in kühlen Kellern, sowie in reinen, sorgfältig voll gehaltenen Geschirren. Das beste Mittel gegen die Weiterentwicklung schon vorhandenen Essigpilzes ist Pasteurisiren. Ebenfalls wirksam, aber minder empfehlenswerth, ist Zusatz von Salicylsäure u. z. höchstens 50 Gr. auf den Hektoliter. Minder praktisch sind die sogen. Kuhnenhüter, welche auch gegen die Kahmhautbildung angewendet werden und aus kleinen Holz- oder Korkstückchen bestehen, die mit Paraffin und Salicylsäure getränkt sind und auf die Oberfläche des Weines geworfen werden. Auch starkes Einschwefeln verhindert die Weiterentwicklung des Essigpilzes. Wein, der bereits mehr als 2 Thl. Essigsäure in 1000 Thl. enthält, kann nur noch zur Essigbereitung verwendet werden. Ist noch nicht so viel Essigsäure vorhanden, so wird er am besten nach Tödtung des Pilzes mit nichtsauerem Weine verschnitten. Das vielfach übliche Aufgiessen stichiger Weine auf frische Trester im Herbste, sowie das alte Mittel, kaltes Wasser oder Eis zuzusetzen, beruht nur auf der Verdünnung der Essigsäure ohne dass dabei der Pilz getödtet würde. Das öfter vorgeschlagene Entsäuern mit Marmorpulver, einfach oder doppeltkohlensaurem Kali u. s. w. ist wirkungslos, da alle anderen Säuren des Weines früher als die Essigsäure an Basen gebunden werden und dem Fortschreiten der Krankheit doch kein Einhalt gethan wird. 3. Der Milchsäurestich. Es ist noch sehr zweifelhaft, ob die unter diesem Namen beschriebene Krankheit wirklich auf der Bildung von Milchsäure beruht und nicht vielmehr eine Verwechslung mit anderen Krankheiten vorliegt. Babo und Mach sind der Ansicht, dass der Milchsäurestich nicht als eine besondere Weinkrankheit angesehen werden kann. 4. Das Umschlagen, Versieden oder Brechen des Weines *(vin tourné, vin qui a la pousse).* Diese verderbliche Weinkrankheit wird, nach den Untersuchungen Pasteurs, durch einen noch wenig gekannten Spaltpilz hervorgerufen, der dem Milchsäureferment sehr ähnlich ist. Sie tritt sowohl bei Roth- wie bei Weissweinen, aber bei ersteren häufiger auf. Dieselben werden durch sehr feine, durch Filtriren nicht entfernbare Theilchen trübe, entwickeln ein wenig Kohlensäure, werden schal und bekommen einen eigenthümlichen, widerwärtigen Geruch und Geschmack, der bald mit jenem fauler oder gekochter Früchte verglichen wird, bald wieder mit dem „Luftgeschmack" gewisser Strohweine, oder mit einem gewissen Brand- oder Creosotgeruch Aehnlichkeit haben soll. Die Farbe wird sowohl bei Roth- wie bei Weissweinen mehr oder weniger dunkelbraun und erstere können so sehr zersetzt werden, dass ihnen eine einmalige Schönung ihren rothen Farbstoff völlig nimmt. Durch die Thätigkeit des Pilzes wird die Weinsäure des im Weine enthaltenen Weinsteins unter Freiwerden des Kalis und unter Bildung von Kohlensäure und flüchtigen Fettsäuren völlig zersetzt, ja sogar der das Fass etwa auskleidende Weinstein kann dieser Zersetzung unterliegen. Stets bildet sich dabei Essigsäure, deren Menge aber nie 1 auf 1000 übersteigt. Nach den Untersuchungen Königs bildet sich wahrscheinlich auch Bernsteinsäure, Propion- und Buttersäure und nach **Gautier** soll auch Tartronsäure vorkommen. Im Allgemeinen ist der Säuregehalt des erkrankten Weines von dem des gesunden nicht wesentlich verschieden. Es scheint übrigens

durch den Pilz auch die Gerbstoffmenge wesentlich vermindert zu werden. Die Ursache des Auftretens der Krankheit ist fast immer die, dass man den Wein viel zu lange, meist Monate, selbst Jahre lang, mit dem, sich natürlich zersetzenden, Geläger in Berührung lässt. Auch kommt sie sehr häufig bei Weinen vor, welche aus faulen rothen Trauben bereitet wurden. Ein Wein, in dem die Krankheit bereits sehr fortgeschritten ist, ist vollständig verloren. Hat die Krankheit eben erst begonnen, so kann man den Wein dadurch trinkbar machen, wenn auch keineswegs völlig herstellen, dass man ihn pasteurisirt, ihm hierauf zum Ersatz des zersetzten Weinsteins 100—200 Gr. Weinsäure auf den Hektoliter zusetzt, und ihn dann durch Eiweiss schönt. Rothwein muss zur Aufbesserung des Farbstoffes noch mit einem Farbwein verschnitten werden. Vorbeugungsmittel gegen die Krankheit sind: rechtzeitiges Abziehen von Geläger und bei Anwendung fauler Trauben rasches Abpressen derselben und Pasteurisiren des Mostes oder wenigstens häufiges Einschwefeln desselben. 5. Das Zähe-, Weich- oder Langwerden des Weines. Diese Krankheit tritt fast nur bei Weissweinen auf, kann aber manchmal auch bei Rothweinen vorkommen. Sie ist gekennzeichnet durch die Umwandlung des Zuckers in eine zähe, schleimige Masse und findet sich daher am häufigsten bei jungen, noch zuckerhaltigen Weinen und zumeist im ersten Frühjahr oder Sommer. Sie wird hervorgebracht durch einen Pilz, der grosse Aehnlichkeit hat mit dem Pilz der Dextrangährung, dem sog. Froschlaichpilz *(Leuconostoc mesenterioïdes Cienk.)*, vielleicht sogar völlig mit ihm übereinstimmt. Der Wein wird durch ihn sehr dickflüssig, zieht beim Uebergiessen dicke Fäden, wie eine verdünnte Eiweisslösung und bekommt einen faden, schleimigen Geschmack. Neben dem schleimigen, gummiartigen Körper, der vielleicht Dextran ist, soll sich auch Mannit und Milchsäure bilden. Auch Kohlensäure kommt meist vor, welche aber wahrscheinlich von nebenher verlaufender Alkoholgährung herrührt. Die Krankheit tritt nur in leichten Weinen auf; ein Alkoholgehalt von 10—12 Vol.-Proc. verhindert sie bereits. Ebenso wirkt Gerbstoff, weshalb auch Rothweine meist von ihr verschont bleiben. Ihr Auftreten wird begünstigt durch alle Umstände, welche die Hauptgährung verzögern, so dass der noch leichte Wein längere Zeit zuckerhaltig bleibt, ferner durch längeres Lagern des Weines auf der Hefe und ganz besonders durch Verarbeitung fauler Trauben. Fast mit Sicherheit kann man sich zähen Wein verschaffen, wenn man einen leichten, jungen, noch zuckerhaltigen Wein auf Flaschen zieht. Vorbeugungsmittel sind: vollständige und rasche Vergährung, Angährenlassen des Mostes auf den Trestern, um den Gerbstoffgehalt zu erhöhen, Erhöhung des Alkoholgehaltes durch Zusatz von Sprit oder Zucker zum Most und schwaches Einschwefeln. Um bereits erkrankten Wein wiederherzustellen, setzt man demselben auf den Hektoliter 20 bis 30 Gr. Tannin oder Traubenkernextract zu und bringt ihn dann in lebhafte Bewegung, indem man ihn mit der Mostpeitsche bearbeitet, oder wiederholt mit einer Brause abzieht, oder aus einiger Höhe in einen Bottich schüttet, wodurch er schliesslich ganz dünnflüssig wird. Er wird hierauf mit Hausen oder Eiweiss geschönt und wenn er viel Zucker enthält, vorher möglichst rasch völlig vergohren. Hat dies Verfahren keinen Erfolg, so muss durch Zusatz von Sprit der Alkoholgehalt erhöht werden. Befindet sich der Wein in Flaschen, so verliert sich die Krankheit nach längerem Lagern öfter von selbst und kann auch durch Erwärmen auf etwa 30° C. vertrieben werden. 6. Das Bitterwerden *(Maladie de l'amertume)*. Diese Krankheit wurde bis jetzt besonders bei feineren Burgunderweinen und bei solchen Weinen beobachtet, die aus nicht genügend reifen Trauben bereitet wurden. Die Krankheit tritt nur in zwei verschiedenen Zeitaltern des Weines auf; einmal im Alter von 2—3 Jahren, das anderemal im Alter von 20—30 Jahren *(le goût de vieux)*. Die letzteren Weine sind minder bitter als die ersteren und behalten ihren Zustand durch mehrere Jahre. Die Krankheit wird durch Spaltpilze hervorgerufen, welche durch Perroncito und Maggiora reingezüchtet wurden (Weinlaube 1888 pag 459). Diese Forscher zeigten auch, dass ein Alkoholgehalt von 8·5 Proc. bereits das Auftreten der Krankheit verhindert. Beim Beginn derselben zeigt der Wein einen eigenthümlichen Geruch, seine Farbe wird minder lebhaft, der Säuregehalt vermindert sich, der Geschmack wird fade, schal, fast süsslich und hierauf allmälig immer mehr bitter, welcher Geschmack bis zur Widerwärtigkeit zunimmt. Dabei zersetzt sich der Weinstein und der Farbstoff und es bildet sich eine kleine Menge eines von König nachgewiesenen Harzes. Als Heilmittel hat Rösler in Klosterneuburg Kaliumpermanganat empfohlen, welches auch in der That nach Haas (Weinlaube 1887, Nr. 4) den Bitterstoff sofort zerstört, aber sehr vorsichtig angewendet werden muss, da es sehr leicht auch den Gerb- und Farbstoff oxydirt. Besser ist daher die Anwendung der Mostpeitsche, welche ebenso wirksam ist. Um dabei Essigstich zu vermeiden, ist es zweckmässig, den Alkoholgehalt auf mindestens 13 Proc. zu bringen. Als Vorbeugungsmittel ist Pasteurisiren am wirksamsten.

B. Fehler und Mängel des Weines. 1. Das Schwarzwerden des Weines. Dasselbe wird hervorgerufen durch Bildung eines Niederschlages von gerbsaurem Eisenoxyd. Für gewöhnlich wird die Entstehung dieses Niederschlages durch die Anwesenheit der Weinsäure und Aepfelsäure verhindert. Auch ist meistens der Eisengehalt des Weines ein zu geringer, oder das Eisen ist als Oxydulsalz vorhanden. Wird daher durch irgend eine Ursache der Eisen- oder Gerbstoffgehalt vermehrt, oder der Säuregehalt vermindert, oder endlich das Eisenoxydul oxydirt, so kann der Wein durch Bildung des fein vertheilten Niederschlages schwarz werden. Der Eisengehalt des Weines kann sich übermässig vermehren durch Benützung verrosteter Geräthe, eiserner Pumpen u. dgl. und durch Hineinragen von Eisentheilen z. B. Nägeln, in das Fass. Beim Schwefeln des leeren Fasses werden dieselben in Ferrosulfid und -Sulfat verwandelt, die sich später im Weine lösen. Der Gerbstoffgehalt kann

durch Verschneiden, durch neues Fassgeschirr, durch Zusatz von Tannin beim Schönen u. s. w. erhöht werden. Die Verminderung des Säuregehaltes kann durch absichtliches Entsäuern, durch Verschneiden und insbesondere durch Erkranken herbeigeführt werden, weshalb auch meist gebrochene Weine gleichzeitig schwarz werden. Der Niederschlag setzt sich nach einiger Zeit ab und kann dann entfernt werden. Durch Schönen lässt sich dies leicht beschleunigen. Bei säurearmen Weinen ist Weinsäurezusatz erforderlich. 2. Das Braun- oder Rahnwerden des Weissweines (Rohnwerden oder Fuchsigwerden). Dieser Fehler äussert sich dadurch, dass sich gewisse, noch nicht näher bekannte Stoffe des Weines, bei Einwirkung der Luft auf dieselben als brauner, fein vertheilter Niederschlag abscheiden, wobei der Wein gleichzeitig einen eigenthümlichen, unangenehmen Geschmack annimmt. Es sind das wahrscheinlich dieselben Stoffe, welche auch die Bräunung der Trester bei ihrer längeren Berührung mit Luft bewirken. Der bei diesem Weinfehler auftretende Geschmack erinnert etwas an jenen, gewisser alter, südlicher Dessertweine oder an den Brotgeschmack des Tokayers, ist aber bei nichtsüssen Weinen widerwärtig und wird meist als Luftgeschmack bezeichnet. Der Wein aus gewissen, namentlich extraktreichen und säurearmen Traubensorten, z. B. Riesling, Sylvaner, Burgunder, ist zum Rahnwerden ausserordentlich geneigt. Ferner wird das Auftreten dieser Erscheinung besonders begünstigt durch Verwendung sehr reifer, säurearmer oder etwas fauler, auch edelfauler, überreifer oder theilweise eingetrockneter, oder bei nassem Wetter geernteter Trauben. Endlich werden auch solche Weissweine, die auf ihren Trestern vergohren haben, ungemein häufig braun. Nach Fünfgeld (Blätter für Weinkunde 1886) scheint das Rahnwerden durch einen Spaltpilz hervorgerufen zu werden und soll auch bei Weinen aus unreifen Trauben vorkommen. Unzweifelhaft wird die Bräunung durch Oxydation hervorgerufen und kann, solange die entstandenen Körper noch nicht unlöslich geworden sind, nach Nessler durch Reductionsmittel, z. B. gährende Hefe oder schweflige Säure wieder rückgängig gemacht werden. Einschwefeln und Zusatz frischer Hefe wird daher auch als Vorbeugungsmittel empfohlen. Ist der Niederschlag bereits entstanden, so entfernt man ihn am besten durch Schönen mit Eiweiss. Die Farbe wird dadurch wieder hergestellt und nach längerer Zeit verliert sich auch der Luftgeschmack. 3. Das Verblassen des Rothweines. Dieser Fehler der Rothweine entspricht genau dem Rahnwerden der Weissweine. Enthält ein Rothwein Stoffe, die sich an der Luft unter Bräunung unlöslich abscheiden, so reissen diese hiebei den rothen Farbstoff grösstentheils oder völlig mit und der Wein nimmt einen braunen, malagafarbigen Ton an. Diese Erscheinung tritt besonders bei Verwendung fauler, überreifer oder edelfauler Trauben, sowie dann auf, wenn man den Wein wochen- oder monatelang auf den Trestern vergähren lässt, was namentlich dann sehr schädlich ist, wenn die noch grünen Kämme nicht entfernt wurden. Alle diese Umstände sind daher zu vermeiden. Ist bei einem Rothwein ein Verblassen zu befürchten, so kann man dies nach Nessler durch schweflige Säure verhindern. Dieselbe verringert zwar die Farbe des Weines, verhindert aber wenigstens ihr völliges Verschwinden. 4. Geschmacksfehler des Weines. Dieselben werden stets durch Unreinlichkeit im Kellerbetrieb hervorgerufen und bei den meisten derselben ist es viel leichter, ihrer Entstehung vorzubeugen als sie, wenn einmal gebildet, zu beseitigen. Solche Geschmacksfehler sind: Schimmelgeschmack. Dieser rührt stets von verschimmelten Geschirren her. Most nimmt ihn nur wenig an, Wein jedoch sehr leicht. Durch Einleitung einer neuen Gährung kann er, wenn noch nicht zu stark, ziemlich entfernt werden. Auch Schwefeln, wiederholtes Abziehen und Schönen hilft etwas. Schütteln mit sehr reinem Olivenöl, Holz- oder Thierkohle vermindert ihn, aber entfernt ihn nicht völlig. Durch Verwendung verschimmelter Trauben zur Weinbereitung entsteht ein Geschmack, der nicht so unangenehm wie der Schimmelgeschmack, aber doch sehr unrein ist. Hefegeschmack bekommt ein Wein, wenn er zu lange auf der Hefe liegen bleibt. Uebergeht dieselbe dabei in starke Fäulnis, so nimmt er Faulgeschmack an. Bei Flaschenweinen pflegt man diesen Geschmack als heftig oder versticktzu bezeichnen. Fassgeschmack rührt von nicht oder schlecht gereinigten, während des Leerstehens unrichtig behandelten Fässern her, während der Holzgeschmack durch Benützung neuer, nicht genügend weingrün gemachter Fässer, oder auch älterer, aber vor dem Gebrauch nicht ausreichend gebrühter Fässer entsteht. Letzterer ist nicht immer völlig zu vermeiden. Ihm ähnlich ist der sog. Sackgeschmack, welcher von Filtrirsäcken herrührt, die nicht genügend mit heissem Wasser gewaschen wurden. Die meisten der obengenannten Fehler lassen sich durch öfteres Abziehen in schwach eingebrannte Fässer und durch kräftige Schönung beseitigen oder doch mildern. Der Böcksergeschmack wird durch im Wein gelösten Schwefelwasserstoff hervorgerufen. Dieser bildet sich nach Nessler stets, wenn fein vertheilter Schwefel sich in einer gährenden Flüssigkeit befindet. Er kommt daher sehr häufig bei den Jungweinen solcher Weingegenden vor, deren Reben zum Schutze vor der Traubenkrankheit (Oïdium) mit Schwefel behandelt werden. Er entwickelt sich umso leichter, je länger der Wein mit den Trestern und der Hefe in Berührung bleibt und je älter diese sind. Auch durch Fäulnis der Hefe allein kann er entstehen. Ebenso kann Schwefel, der beim Einbrennen des Fasses in dieses gelangt, zu seiner Bildung Veranlassung geben. Auch wird von Einigen behauptet, dass der Wein in Folge der Düngung der Reben mit frischem Stallmist einen Böcksergeschmack erhalten könne und dasselbe auch eintrete, wenn der Boden, namentlich Kalkboden, reich an Schwefelkiesen ist. Der Schwefelwasserstoffgeschmack kann durch öfteres Abziehen, namentlich mit einer Brause, sowie durch Schwefeln meist leicht entfernt werden. Bei Anwendung letzteren Mittels darf jedoch der Wein nicht mehr gähren, da sonst der dabei ausgeschiedene Schwefel neuerdings Schwefelwasserstoff

liefern würde. Auch ist es gut, denBöcksergeschmack möglichst bald zu entfernen, da sonst leicht Spuren von Merkaptanen entstehen, deren widerwärtiger Geschmack und Geruch sehr fest haftet. Vorbeugungsmittel gegen die Entstehung des Böcksergeschmackes sind namentlich bei Rothweinen zu empfehlen, da diese beim Schwefeln stets etwas Farbstoff verlieren. Wenn der Wein zu lange mit den Kämmen und Trestern in Berührung bleibt, so nimmt er einen Kamm-, Treber- oder Hülsengeschmack an, namentlich dann, wenn erstere lange mit der Luft in Berührung standen. Einen rauchigen Geschmack erhält der Wein durch mit Creosot behandelte Rebpfähle, angeblich auch durch Reben, welche längs einer Eisenbahn wuchsen, ferner durch verschimmelte Trester, sowie durch unmittelbare Einwirkung von Rauch, z. B. bei Feuersbrünsten. Als Bodengeschmack pflegt man meist einen bestimmten gewöhnlich unangenehmen Geschmack zu bezeichnen, den der Wein nur auf gewissen Bodenarten erhalten soll. Gewöhnlich handelt es sich dabei aber um irgend einen anderen Geschmacksfehler, der irrthümlich der Bodenwirkung zugeschrieben wird. Den sehr unangenehmen Erdgeschmack erhält der Wein, wenn er aus, mit Erde beschmutzten Trauben dargestellt wird. Den sog. Luftgeschmack zeigen namentlich rahnige Weine, sowie viele südliche Dessertweine. Bei letzteren hat er viel Aehnlichkeit mit dem sog. Nuss- oder Brotgeschmack (s. pag. 601), der nur eine bessere Art desselben zu sein scheint. Auch der Mäuselgeschmack dürfte nichts anderes als ein sehr unangenehm entwickelter Luftgeschmack sein. Er kommt gewöhnlich bei südungarischen und kroatischen Weinen vor und ist bei nicht zu starker Entwicklung gewöhnlich nur als Nachgeschmack bemerkbar. Der Entstehung dieser auf die Luftwirkung zurückgeführten Geschmacksfehler kann man in gleicher Weise vorbeugen, wie dem Rahnwerden. Sehr alte Weine, in welchen die Menge der flüchtigen Säuren bereits zu gross geworden ist, haben einen übermässigen Altelgeschmack oder Aldehydgeschmack. Endlich kann der Wein eine grosse Zahl mannigfaltiger Geschmacksfehler bekommen durch Verwendung unreiner Stoffe beim Schönen, Filtriren, Verbessern, Vermehren u. s. w. Sie sind meist sehr schwierig zu beseitigen.

Nebenerzeugnisse der Weinbereitung. Bei der Bereitung des Weines erübrigen eine Anzahl verschiedener Rückstände und Abfälle, welche namentlich bei billigen Weinen, bis $^1/_{10}$ des Werthes desselben haben können, trotzdem aber nur allzuhäufig, namentlich von kleinen Weinbauern, nur sehr unvollkommen ausgenützt, ja oft geradezu weggeworfen werden. Ihre möglichste Verwerthung ist sehr zu empfehlen. Es kommen hier in Betracht: die Trester, Kämme, Kerne, die Hefe (Geläger, Drusen), der Rohweinstein und endlich die geringwerthigen oder verdorbenen Weine selbst. Die Gewinnung von petiotisirten oder Tresterweinen wurde bereits besprochen (s. pag. 599). Ausserdem können die Trester zur Gewinnung von Branntwein und Weinstein, der Rückstand hievon als Futtermittel, oder getrocknet als Brennstoff zur Herstellung von Leuchtgas, oder zur Essig- und Grünspanerzeugung, zur Gewinnung von Pottasche, oder als Dünger verwendet werden. Aus den Hülsen blauer Trauben wird in neuerer Zeit Weinfarbstoff, aus den Kernen ein fettes Oel, sowie Gerbstoffextract dargestellt. Die durch Absitzen, Filtriren oder Pressen vom Wein getrennte Hefe dient zum Weingrünmachen der Fässer, zur Darstellung von Weinstein, der in beträchtlicher Menge in derselben vorkommt, ferner zur Herstellung von Hefebranntwein und Weinöl oder Oenanthäther und der Rückstand als Dünger. Die ausgenützte Hefe, sowie die ausgenützten Kerne und auch die Kämme können zur Herstellung von Weinrebenschwarz oder Rebenschwarz dienen, das zur Bereitung von Druckerschwärze verwendet wird. Der aus den Fässern herausgeschlagene Rohweinstein dient zur Darstellung von Weinsäure und Salzen derselben. Vom Wein selbst werden die geringeren, z. Thl. auch die besseren Sorten zur Herstellung von Weinsprit und Weinbranntwein, auch Franzbranntwein oder Cognac genannt, verwendet, die verdorbenen und kranken Weine z. Th. auch auf Branntwein, meist aber auf Essig verarbeitet.

1. Gewinnung von Weinsprit und Weinbranntwein. Weinsprit wurde früher in Frankreich, Italien und Spanien in grosser Menge dargestellt, war wegen seines feinen Geruches, namentlich als Zusatz zu südlichen Süssweinen sehr beliebt und stand auch bedeutend höher im Preise als der aus anderen Rohstoffen gewonnene Alkohol. In Folge der grossen Vollkommenheit, mit welcher man gegenwärtig diesen letzteren zu reinigen versteht, namentlich

aber in Folge der ungeheueren Verwüstungen der Reblaus ist die Erzeugung von Weinsprit gegenwärtig jedoch gänzlich eingegangen und wird wohl nur noch ausnahmsweise betrieben. Was im Handel als Weinsprit vorkommt, ist fast ausnahmslos Getreide- oder Kartoffelsprit, dem eine Spur Oenanthäther zugesetzt wurde. Sein Preis ist nur wenig höher als der aus anderen Rohstoffen erzeugte. Es werden daher auch gegenwärtig nach Italien, Frankreich, Spanien und Portugal sehr grosse Mengen von Kartoffel- und Getreidesprit aus Oesterreich, Deutschland und Russland eingeführt. Viel lohnender, selbst bei werthvollerem Rohstoff, ist die Erzeugung von Weinbranntwein, Franzbranntwein oder Cognac, engl. Brandy, da in diesem nicht nur der Alkohol, sondern auch der feine und edle Geruch und Geschmack, der namentlich die besseren Sorten auszeichnet, bezahlt wird. Die Weinbranntweine wurden früher ausschliesslich in Frankreich dargestellt, weshalb sie auch den Namen Franzbranntwein führen, während der Name Cognac von der gleichnamigen Stadt im Departement Charante stammt, welche der Hauptsitz des Handels mit feinen französischen Branntweinen ist. Gegenwärtig ist jedoch die Erzeugung von Weinbranntwein auch an vielen anderen Orten in Angriff genommen worden, obwohl Frankreich immer noch das Hauptgebiet für dieselbe bildet. Die besten französischen Branntweine liefert das Departement Charente. Sie zerfallen in mehrere Sorten. Die feinste führt den Namen Fine Champagne und stammt aus der Umgebung von Cognac (Canton Segonzac). Die zweite Sorte heisst Petit Champagne und wird in den Cantonen Châteauneuf, Blanzac, Archiac, sowie in einzelnen Theilen der Cantone Angoulême, Jousac, Pons und Saintes des Departements Charente inférieur erzeugt. Als dritte Sorte gelten die Fins bois (der Name bezieht sich auf das meist längere Lagern in Fässern) aus Matha, Barbezieux, Prouillac und anderen Orten. Die geringsten Sorten endlich sind die Deuxièmes bois oder Eaux de vie de Saintogne, welche aus den, von Cognac am weitesten entfernten Gemeinden von St. Jean d'Angely, La Rochelle, Aigrefeuille, Surgère, und von den Inseln Pré und Oléron stammen. Aus derselben Traubensorte wie der Cognac wird auch der Armagnac erzeugt. Er steht dem ersteren nahe, wird meist unter seinem Namen verkauft und stammt aus den Departements Gers, Landes und Lot-et Garonne. Weit geringwerthiger als die bisher genannten und den Namen Cognac in keiner Weise mehr verdienend, sind jene Weinbranntweine, welche in Frankreich den Namen Eeau de vie de Montpellier oder de Langedoc führen. Sie werden aus ganz verschiedenen Traubensorten in verschiedenen Departements z. B. Herault, Aude, Gard u. s. w. hergestellt. Der hohe Werth des französischen Cognacs wird nicht so sehr durch die Art der Erzeugung, als vielmehr durch die natürliche Beschaffenheit des Rohstoffes verursacht. Die zur Cognacbereitung dienenden Weine werden fast ausschliesslich aus der weissen Traubensorte Folle blanche oder Pic-poul-blanche gewonnen, welche sehr grosse Erträge liefert. In neuerer Zeit wird übrigens in Frankreich in Folge der Verheerungen durch die Reblaus sehr viel Cognac aus eingeführtem Alkohol erzeugt (s. Weinlaube 1887, Bd. 19, pag. 391). So kommt z. B. jährlich aus Frankreich eine Menge von 124.620 Hl. Cognac nach England, während die Charente nur 10.163 Hl. Alkohol aus Wein erzeugt. (Z. landw. Gew. 1888, Bd. 8, pag. 99.) Die Güte und der Werth des Weinbranntweines hängt von sehr vielen Umständen ab. Vor allem ist die Traubensorte, der Reifegrad der Trauben, etwa eingetretene Edelfäule, sowie der Weinboden von Einfluss. Nach Guyot soll es für die Güte und Feinheit des Cognacs erforderlich sein, dass die Trauben nicht zu reif werden, der Wein nicht zu alkoholreich und die Witterung des betreffenden Weinlandes nicht zu warm sei. Natürlich hat auch die Bereitungsweise, das Alter, die Klarheit, sowie ein etwaiger Fehler oder eine Krankheit des Weines einen bedeutenden Einfluss auf die Güte des daraus erzeugten Branntweines. Der zur Darstellung von Cognac dienende Most wird nie auf den Trestern und stets bei hoher Temperatur vergohren. Die Destillation erfolgt entweder schon nach wenigen Wochen, oder besser erst nach längerem

Lagern. Die Destillation der feinen Weine geschieht zumeist und mit Vorliebe in einfachen Blasen, welche beim ersten Brand Lutter, beim zweiten 55—60-vol.-procentig. Branntwein geben. Das Brennen geschieht sehr langsam. Die feinsten Geruch- und Geschmackstoffe enthält der Vorlauf. Der Nachlauf wird bei sehr feinen Branntweinen abgesondert und auf Spiritus verarbeitet. Bei verdorbenen Weinen muss Vor- und Nachlauf abgesondert werden. Früher erzeugte man blos 50—52proc., neuerer Zeit macht man aber auch 65—72 proc. Branntwein. Zur Erzeugung von 1 L. Cognac sind 5—8 L. Wein erforderlich. Seine Feinheit erlangt der Cognac erst bei längerem Lagern. Hiebei kommen allmälig die grossen Unterschiede zu Tage, welche von der Verschiedenheit der Güte der Trauben, bezw. des Weines verursacht werden und im Handel so grosse Preisunterschiede bedingen. Das Holz der Lagerfässer wird mit grosser Sorgfalt ausgewählt und dabei besonders das weisse französische Eichenholz oder das sog. Danziger Holz bevorzugt. Beim Lagern in diesen Fässern nimmt der Cognac Farb- und Gerbstoffe auf und erhält nach und nach eine tief goldbraune Farbe, welche als Zeichen hohen Alters gilt. Dieselbe wird jedoch sehr häufig durch Zusatz von Caramel nachgeahmt. Der Cognac des Handels ist selten älter als 4—5 Jahre. Nur in französischen Privatkellern findet man wohl auch 50 selbst 100jährigen Cognac. Sehr viel Cognac wird gegenwärtig aus Alkohol erzeugt und zwar, wie schon erwähnt, auch in Frankreich selbst. Man verdünnt denselben mit Lutterwasser, setzt Colonialzuckermelasse, etwas Caramel und, um ihn „alt“ zu machen, eine Spur Ammoniak zu. Ferner finden allerhand andere Zusätze Verwendung. So nimmt man statt Melasse Traubenzuckersyrup, ferner verwendet man Rum, Süssholz, Thee, Weinsteinrahm, Auszüge von Nusschalen, Bittermandelschalen u. s. w. Auch nimmt man Späne des zur Erzeugung der Cognacfässer dienenden weissen Eichenholzes, reinigt sie durch etwa 6tägiges Behandeln mit Wasser und bereitet dann mit etwa 10proc. Alkohol aus denselben einen Auszug, mit welchem man dem Cognac die Farbe und den sog. Ranciogeschmack ertheilt. Eine neuere, genaue Vorschrift zur Erzeugung künstlichen Cognacs, welche in Frankreich befolgt wird, siehe in Chem. Ztg. 1887, Bd. 11, pag. 313. Der Cognac wird ausschliesslich als Genussmittel angewendet u. z. entweder mittelbar als Zusatz zu Schaumweinen und südlichen Süssweinen, oder unmittelbar. Neuerer Zeit wird aus Cognac auch durch Versüssen und Auflösen von Kohlensäure in demselben ein schäumendes Getränk bereitet. Ueber die Zusammensetzung des Cognacs wurden neuerer Zeit einige genauere Arbeiten ausgeführt. S. Ch. Morin, Compt. rend. 1887, Bd. 105, pag. 1019; Ordonneau, Compt. rend. 1886, Bd. 102, pag. 217; Röse, Z. f. angew. Chem. 1888, Bd. 1, pag. 382. Eine ganz allgemeine Verbreitung über alle Weinländer hat die Erzeugung von Sprit und Branntwein aus Trestern und Hefe. Vom Weinbranntwein und Cognac unterscheidet sich dieser Trester- und Hefebranntwein durch seinen bedeutenden Gehalt an Oenanthäther, der so gross ist, dass sich letzterer bei Wasserzusatz als milchige Trübung ausscheidet. Die Entfuselung des Tresterbranntweines ist schwierig und kostspielig und es wird daher nur selten Sprit aus ihm bereitet, was um so weniger nöthig ist, als er im Preise höher steht als gewöhnlicher Branntwein. Er wird nur als Genussmittel angewendet. Sehr wichtig für Güte und Menge des Branntweines ist die entsprechende Aufbewahrung der Trester und der Hefe, welche zu seiner Darstellung dienen sollen. Die Trester stampft man, am besten unmittelbar von der Presse weg, in Holzbottiche oder besser in Cementgefässe, oder cementirte Gruben und verschliesst sie luftdicht mit Holzthüren oder durch eine Decke von Lehmbrei. Sind die Trester noch süss, so vergähren sie hiebei, was man durch vorheriges Aufgiessen heissen Wassers begünstigen kann. Man bringt auch die Trester mit Wasser in Gährständer und setzt ihnen zur Erhöhung der Ausbeute Spiritus zu. Zuckerzusatz zu gleichem Zwecke lohnt meist nicht. Trennt man durch Pressen die vergohrenen Trester von der Flüssigkeit und destillirt nur diese, so erhält man einen sehr reinen, an Oenanthäther armen Tresterbranntwein, der sich namentlich zur

Erzeugung von Sprit eignet. Andouard hat zu diesem Zwecke ein planmässiges Auslaugen in einer Reihe von Ständern vorgeschlagen, was aber die Nachtheile hat, dass man fast den ganzen Weinstein verliert, das Tresterwasser leicht säuert und die ungekochten Treber ein minder brauchbares Viehfutter sind als die gekochten. Man destillirt daher meist die Flüssigkeit sammt den Trestern. Die Hefe soll möglichst frisch destillirt werden. Aufbewahren lässt sie sich am besten in gut verschlossenen und geschwefelten Fässern. Sie enthält noch 50 bis 60 Proc. Wein, welcher durch Absetzenlassen grösstentheils gewonnen werden kann. Vollkommener geschieht dies durch Filtriren oder Pressen, was aber nur dann zweckmässig, wenn der Wein sehr werthvoll ist, oder man keinen Branntwein, sondern nur Weinstein aus der Hefe gewinnen will. Die Destillation der Trester und der Hefe geschieht meist durch ziemlich einfache Apparate (s. Branntwein I pag. 761 u. f.). Meist erhitzt man mit Dampf. Mit freiem Feuer, welches einen grossen Wasserzusatz zu den Trestern erfordert, wird nur noch bei kleinem Betriebe gearbeitet. Die Ausbeute beträgt auf 100 Kg. fest eingestampfter, stark ausgepresster Treber 9—11 L. 50proc. Branntweines. Nicht oder schwach gepresste Treber geben 15 und mehr Liter. Dickflüssige Hefe kann selbst bis zu 20 L. vom Hektoliter geben. Da der Tresterbranntwein bedeutend besser bezahlt wird als gewöhnlicher Branntwein, so ist es sehr lohnend, die Trester mit Zusatz von gewöhnlichem Sprit zu brennen, was wohl allgemein geschieht, da dieselben genug Oenanthäther enthalten um grössere Mengen Branntwein damit zu sättigen. Auf einen Hektol. Trester setzt man mindestens 5—10 L. Sprit, gewöhnlich aber viel mehr zu, oder man brennt dieselben Trester wiederholt mit neuen Mengen Sprit. Gegenwärtig erzeugt man übrigens häufig auch Tresterbranntwein „auf kaltem Wege“, indem man Sprit mit Trester- oder Hefebranntwein oder mit Oenanthäther versetzt und mit Wasser zu etwa 50proc. Branntwein verdünnt. Durch diese Art der Erzeugung ist der Preis der Treberbranntweine bedeutend herabgedrückt worden. Die Güte des Trester- und Hefebranntweines hängt natürlich vor allem von der Güte des Rohstoffes ab. Fehler dieses theilen sich meist auch jenen mit, können aber öfter durch Absonderung des Vorlaufes vermieden werden. Durch längeres Lagern wird der Branntwein bedeutend besser. Da man ihn farblos liebt, so sind Eichenfässer zu seiner Aufbewahrung nicht zu brauchen. Man wählt gut gebrühte lärchene Fässer. Um den Schwund in denselben zu verkleinern, streicht man sie innen mit Talg aus. Dieser löst sich zwar nur in Spuren im Branntweine auf, ertheilt ihm aber leicht einen unangenehmen Geschmack. Am besten sind daher Glasballons oder kleine Cementgefässe zum Aufbewahren geeignet. Der Trester- und Hefebranntwein wird ausschliesslich nur unmittelbar als Genussmittel verwendet.

2. Gewinnung von Rohweinstein. In 1000 Thl. Most sind 5—8 Thl. Weinstein, in der gleichen Menge Wein nur etwa 2 Thl. enthalten, so dass aus jedem Hektoliter Most 300—500 Gr. Weinstein in die Rückstände übergehn. Der Weinstein findet sich in den Lagerfässern, in den Trestern und in der Hefe. Unter den Lagerfässern enthalten den meisten Weinstein jene, welche als Gährgefässe oder als Lagerfässer für Jungweine dienen. Aeltere Weine setzen nur noch wenig Weinstein ab. Meist nimmt man den Weinstein nur gelegentlich beim Reinigen und Herrichten der Fässer heraus. Es herrscht dabei immer noch an vielen Orten die sehr unwirthschaftliche Gewohnheit, diesen Weinstein dem betreffenden Fassbinder zu schenken, wodurch eine bedeutende Einnahmsquelle verloren geht. In anderen Gegenden, z. B. vielfach in Norditalien und Südtirol, wird der Weinstein an herumziehende Händler vergeben, welche dann meist beim Herausnehmen desselben die Fässer sehr schonungslos behandeln. Beim Ausspülen („Ausschwenzen“) der Fässer mit Wasser erhält man einen Theil des frisch angesetzten, locker sitzenden Weinsteins als ziemlich reines Krystallmehl, das im Handel den Namen Weinfloss führt. Der Gehalt der Trester an Weinstein ist je nach den Verhältnissen sehr wechselnd. Trester, welche von süssgepressten Weissweinen stammen, oder welche zur Bereitung von Tresterwein oder von Hansel gedient haben, enthalten selbstverständlich nur sehr wenig Weinstein und die Gewinnung desselben verlohnt sich meist nicht. Hat dagegen der Most auf den Trestern vergohren, so sind diese immer genügend reich an Weinstein, um sie gewinnbringend auf letzteren verarbeiten zu können. Sie enthalten dann gewöhnlich 3—5 Proc., mitunter aber auch noch erheblich mehr von demselben, was je nach dem Jahrgang, der Sorte und Reife der Trauben, nach der Dauer des Verweilens des Jungweines auf den Trestern u. s. w. sehr wechselt. Ge-

wöhnlich verbindet man die Gewinnung des Weinsteines aus den Trestern mit jener des Branntweins. Man lässt die in der Brennblase zurückbleibende, den ganzen Weinstein gelöst enthaltende Flüssigkeit siedend heiss von den Trestern abfliessen, seiht sie dabei zweckmässig zur Zurückhaltung etwa mitgerissener Hülsen und Kerne durch einen Weidenkorb und lässt sie in einem hölzernen Bottich langsam erkalten. Die zurückbleibenden Trester werden so heiss als möglich auf einer kleinen Presse abgepresst und die ablaufende, meist sehr trübe Flüssigkeit gesondert aufgefangen. Die Brennapparate müssen daher so eingerichtet sein, dass sie ein leichtes und rasches Entleeren von Flüssigkeit und Trestern gestatten. Dampfheizung ist dabei insoferne vortheilhafter als freies Feuer, als bei ersterer weniger Wasser auf die Trester gegossen zu werden braucht und somit eine gesättigtere Weinsteinlösung erhalten wird. Aus diesem Grunde ist es auch zweckmässig, die kalte Mutterlauge des Weinsteins immer wieder zum Brennen frischer Trester zu verwenden. Da und dort wird in sehr unzweckmässiger Weise der Weinstein wohl auch so gewonnen, dass man den ganzen Blaseninhalt in Bottichen erkalten lässt, die kalte Mutterlauge abzieht, die Trester sammt den in ihnen enthaltenen Weinsteinkrystallen trocknet und dann durch Dreschen auf einer Tenne letztere gewinnt. Es ist zweckmässig, die heisse Weinsteinlösung möglichst langsam abzukühlen, damit die Krystalle gross ausfallen, da sie sich dann leichter durch Abspülen von der anhängenden Hefe befreien lassen. Am zweckmässigsten wäscht man sie mit der kalten Mutterlauge und spült sie nur schliesslich mit etwas kaltem Wasser ab. Sie müssen dann rasch an einem luftigen Orte, oder besser in der Wärme getrocknet werden, da sie sonst leicht schimmeln. Der aus den Trestern gewonnene Rohweinstein führt den Namen Tresterfloss. Aus 100 Kg. Rothweintrestern erhält man nach dem oben angegebenen Verfahren mindestens 1·5—2 Kg. Rohweinstein, doch kann die Ausbeute auch höher sein. Aus der Mutterlauge kann noch die Hälfte der in ihr enthaltenen Weinsäure durch genaues Neutralisiren mit Kalkmilch als weinsaurer Kalk gewonnen werden. Es wurde auch vorgeschlagen, die in den ausgebrannten Trebern enthaltene Weinsäure als weinsaurer Kalk derart vollständig zu gewinnen, dass man die ersteren in mit Blei ausgeschlagenen Bottichen mit verdünnter Salz- oder Schwefelsäure durch Dampf zum Sieden erhitzt und nach Entfernung der Trester und Klärung der erhaltenen Weinsäurelösung, die ganze Weinsäure durch Zusatz von Kalkmilch ausfällt. Bei diesem Verfahren verlieren jedoch die Trester sehr an Futterwerth und bei dem Kochen mit Mineralsäuren gehen auch viele organische Substanzen in Lösung, die den Niederschlag verunreinigen. Ebenso werthlos dürfte ein von Juette und de Potèves gemachter Vorschlag sein, nach welchem süssgepresste, noch unvergohrene Weissweintrester, unmittelbar von der Presse weg, der oben angegebenen Behandlung unterzogen werden sollen, worauf die vom weinsauren Kalk getrennte (alkalisch reagirende) Flüssigkeit mit den Trebern vereinigt und auf Branntwein verarbeitet wird. Das Verfahren hat dieselben Fehler wie das vorige, liefert ferner aus der alkalischen Flüssigkeit einen geringwerthigen Tresterbranntwein und ist überdies wegen des geringen Gehaltes süss gepresster Trester an Weinstein kaum lohnend. In ganz ähnlicher Weise wie aus den Trestern wird der Weinstein auch aus der Hefe gewonnen. Mitunter setzt man die Hefe den Trestern beim Brennen zu, so dass sowohl Branntwein wie Weinstein gemeinsam gewonnen werden. Wird die Hefe dagegen getrennt auf Branntwein verarbeitet, so gewinnt man den Weinstein aus der siedend heiss abgelassenen Schlempe durch Einlegen von Reisig, an welchem derselbe grösstentheils auskrystallisirt. Besser ist es, die Weinsäure als weinsauren Kalk zu gewinnen, indem man zu der Schlempe soviel Salz- oder Schwefelsäure setzt, dass die ganze im Weinstein enthaltene Weinsäure frei wird, dann die Hefe durch Absetzenlassen entfernt und die klare Flüssigkeit mit Kalkmilch neutralisirt. Die abgesetzte Hefe gibt noch ein ziemlich weinsäurehaltiges Waschwasser, das gleichfalls noch mit Kalk gefällt wird. Die so von Alkohol und Weinsäure befreite Hefe kann dann am besten als Dünger Verwendung finden. Wenn die Hefe nicht auf Branntwein verarbeitet, sondern durch Filtriren oder Pressen von dem in ihr enthaltenen Weine getrennt wird, so geschieht meist ihre Aufarbeitung auf Weinsäure erst in den Weinsäurefabriken. Die Hefe wird dann in Platten ausgewalzt und in der Sonne, oder an luftigen Orten, oder besser durch Erwärmen auf etwa 50—60° C. möglichst rasch getrocknet. Köller hat zu letzterem Zwecke einen eigenen Ofen angegeben, der im Wesentlichen ein Luftbad ist. Der Gehalt der Hefe an Weinstein ist je nach ihrer Abkunft und nach ihrem Gehalt an Flüssigkeit ungemein verschieden. Im Allgemeinen ist Rothweinhefe ärmer an demselben als Weissweinhefe, da der rothe Wein den grössten Theil seines Weinsteines auf den Trestern zurücklässt. Dickflüssige Weissweinhefe enthält etwa 9—10 Proc., dickflüssige Rothweinhefe 5—6 Proc. Weinstein. In feuchter, teigförmiger, gepresster Hefe kann man im Durchschnitt etwa 20—25 Proc. Weinstein annehmen. Ueber die Eigenschaften des Rohweinsteins und des weinsauren Kalks, sowie deren Verarbeitung s. b. Weinsäure.

3. Verwerthung der Trester als Viehfutter. Die gebrannten Trester sind ein vorzügliches und geschätztes, aber noch nicht überall genügend gewürdigtes Viehfutter. Nach dieser Richtung können sie namentlich von dem kleinen Weinbauer, der gleichzeitig Viehwirthschaft treibt, sehr vortheilhaft verwerthet werden, während sich die grossen Massen grösserer Kellereien nicht leicht in dieser Art bewältigen lassen. Ungebrannte Trester sind dagegen kein zweckmässiges Futter. Einerseits sind sie weniger verdaulich, andererseits ist der in ihnen enthaltene, oder allmälig sich bildende Alkohol, und noch weit mehr der Weinstein den Thieren sehr schädlich. Auch verliert man dabei Branntwein und Weinstein als werthvolle Nebenerzeugnisse. Der Futterwerth der Trester ist natürlich je nach Abstammung,

Wassergehalt u. s. w. sehr verschieden. Der werthvollste Theil sind die Kerne, da sie sehr reich an Eiweisstoffen und Fett sind. Gerade sie bleiben aber grösstentheils unverdaut, weshalb man vorgeschlagen hat, sie abzutrennen und im geschroteten Zustande zu verfüttern. Um die gebrannten Trester als Viehfutter aufzubewahren, bringt man sie noch warm in Holz- oder Cementbottiche und übergiesst sie mit so viel Wasser, dass sie damit bedeckt sind, in welchem Zustande sie mehrere Wochen aushalten. Besser ist es, sie von der weinsteinhaltigen Flüssigkeit abzupressen, in Holz- oder Cementbottiche abwechselnd mit Häcksel fest einzustampfen und durch eine Lehmdecke vor Luftzutritt zu schützen.

4. Gewinnung von Weinöl. Diese wird nur selten betrieben. Trester enthalten zu wenig Weinöl um sie gewinnbringend darauf verarbeiten zu können, dasselbe wird daher nur aus Hefe gewonnen. Die Hefe muss dabei gesondert destillirt werden, da bei der Herstellung von Hefebranntwein die Dephlegmatoren das Weinöl grösstentheils zurückhalten. Bei der Destillation ist Zusatz von Schwefelsäure erforderlich und Einschaltung eines, nach Art einer Florentiner Flasche wirkenden Gefässes, zweckmässig. Näheres s. b. Cognacöl II pag. 373.

5. Gewinnung von Oenocyanin. Da farbstoffreiche Rothweintrester selbst bei wiederholter Benützung noch sehr viel Farbstoff behalten und das Bedürfnis, zum Färben weisser Weine oder heller Rothweine einen passenden Farbstoff zu besitzen, ein sehr grosses ist, so hat man schon wiederholt Versuche gemacht, den Farbstoff der Traubenhülsen zu diesem Zwecke darzustellen, was aber in befriedigender Weise erst Carpené und Comboni im Conegliano gelang. Dieselben stellen den Farbstoff nach einem patentirten, nicht genauer bekannten Verfahren fabriksmässig dar und bringen ihn als Oenocyanin in den Handel. Er stellt eine prächtig violettrothe, geruchlose, säuerlich-herb schmeckende, alkoholfreie Flüssigkeit dar, mit welcher die 50fache Menge Weisswein in einen genügend gefärbten Rothwein verwandelt werden kann. Nach Babo und Mach (Handb. d. Weinb. u. d. Kellerw. Bd. II pag. 745) enthält er in 1000 Thl. 102 Thl. Extrakt, 29·5 Thl. Gesammtsäure als Weinsäure ausgedrückt, 13 Thl. Gerb- und Farbstoff, sowie Spuren von Zucker. Seine Farbenintensität ist 25·6mal stärker als die einer Lösung von 0·1 Gr. Fuchsin im Liter. Bei Abschluss von Luft und Licht ist er lange unveränderlich, scheidet aber bei Zutritt derselben allmälig ein dunkelviolettes, in Alkohol lösliches Pulver ab. Seine Eigenschaften sowohl, wie sein Preis, machen dieses Oenocyanin für den Zweck, für welchen es bestimmt ist, vorzüglich verwendbar. Concelli hat zur Gewinnung von Rothweinfarbstoff aus Trestern oder dem Satz der Rothweinmaische ein Verfahren angegeben, nach welchem man durch planmässiges Auslaugen mit einer Mischung von 80 L. Wasser, 20 L. 93gräd. Alkohol und 500 Gr. Weinsäure schliesslich zu einer gesättigten Farbstofflösung kommen soll. Ein Erhitzen auf 60—70° soll dies wesentlich beschleunigen (Weinlaube 1882 pag. 559). Nach Ravizza soll man Oenocyanin zum Weinfärben erhalten, wenn man auf 20 Kg. von Kernen und Kämmen befreiter Hülsen 5 Kg. Wasser, 0·25 Kg. Weinsäure und 15 Kg. Alkohol verwendet, die Mischung mehrere Tage stehen lässt und dann abpresst (Weinl. 1883, Bd. 15, pag. 553). Nach Babo und Mach (a. a. O.) eignet sich zur Gewinnung des Farbstoffes ein wasserreicher Alkohol besser als ein hochgrädiger. Weinsäurezusatz fördert das Auslaugen wesentlich. In der Kälte erhält man einen minder veränderten, dauerhafteren Farbstoff als in der Wärme. Gebrannte Trester sind zur Gewinnung eines brauchbaren Farbstoffes nicht geeignet. Nach Comboni und Carpené darf beim Einengen der Farbstofflösung kein Metallgefäss verwendet werden, da sich sonst der Farbstoff ausscheidet. Werden bei der Darstellung die Kerne nicht entfernt, so wird das Oenocyanin sehr gerbstoffreich, leicht veränderlich, ertheilt aber Weissweinen nicht allein die Farbe, sondern auch den Charakter von Rothweinen. Mach und Babo rathen, die frischen Trester planmässig mit Alkoholwasser auszulaugen, den Alkohol durch Destillation wiederzugewinnen und die Trester auf Branntwein und Weinsäure zu verarbeiten.

6. Gewinnung von Traubenkernöl und Traubenkernextrakt. Trotz vielfacher Anempfehlung wird das Oel der Traubenkerne nur wenig gewonnen und es scheint, dass seine Erzeugung nicht oder kaum lohnend ist. Näheres über dasselbe s. oben pag. 567 und Bd. IX pag. 626. Der in der Kellerwirthschaft sehr brauchbare Traubenkernextrakt wird meist nur gelegentlich und in kleinem Massstabe erzeugt und zwar am besten derart, dass man die gepulverten Kerne erst mit 80proc. Alkohol, dann mit Wasser auslaugt und beide Lösungen vereinigt.

7. Gewinnung von Weinessig und Grünspan. Weinessig wird in den meisten Weinländern, namentlich aber in Frankreich gewonnen. Zu seiner Darstellung verwendet man meist stichige Weine, Trester- und Hefeweine, oder andere, nicht ganz fehlerfreie Weine. Ueber die Art der Darstellung s. Bd. III pag. 294. Ferner finden die Trester oder die Kämme Anwendung statt der Hobelspäne in den Essigständern. Endlich werden die Trester in manchen Gegenden, namentlich im südlichen Frankreich (Montpellier) zur Erzeugung von Grünspan benützt, können aber dann natürlich nicht auf Branntwein verarbeitet werden. Ueber die Gewinnung des Grünspans s. Bd. V pag. 202.

8. Anderweitige Verwerthung von Trestern und Hefe. Beide dienen zunächst zur Darstellung von Rebenschwarz, Frankfurterschwarz oder Drusenschwarz, s. Bd. II pag. 702 und Bd. III pag. 625. Durch Auslaugen dieser Schwärze kann Pottasche erhalten werden. Die Ausbeute an Schwärze beträgt $^1/_5$—$^1/_4$ der trockenen Trester. Die zur Branntweinerzeugung ausgenützten Trester können, in Ziegelform gepresst und an

der Luft getrocknet, als Brennstoff Verwendung finden. In der gleichen Gestalt können sie auch zur Erzeugung von Leuchtgas dienen (siehe Dingl. pol. Journ. 185 pag. 196). Der Rückstand kann noch zur Darstellung von Rebenschwarz und Pottasche dienen. Auch Hefe kann die gleiche Verwendung finden. Sie wurde schon 1862 von Müller in Kitzingen mit Vortheil zur Gasbereitung benützt (Journ. f. Gasbeleuchtung 1867 pag. 118) und Trester sollen an vielen Orten Frankreichs zur Gaserzeugung dienen. Das Gas hat hohe Leuchtkraft und ist sehr rein.

Aufsicht. Alle aus dem Weinbau und der Kellerwirthschaft hervorgehenden Erzeugnisse und Abfälle können entweder unmittelbar Gegenstand des Handels sein, oder auch in der eigenen Wirthschaft des Weinbauers Verwendung finden. In beiden Fällen ist es nothwendig, den Handels- oder Gebrauchswerth und die Verwendbarkeit des betreffenden Erzeugnisses mehr oder weniger genau zu kennen, um den Betrieb möglichst wirthschaftlich gestalten zu können. Ebenso sollten auch bei der Verbesserung und Vermehrung des Weines, bei der Süssweinbereitung u. s. w., die verwendeten Rohstoffe auf ihre Güte, Reinheit und Preiswerthigkeit möglichst genau geprüft werden. Endlich ist es auch für den Abnehmer, angesichts der zahlreich vorkommenden Unterschiebungen, Verfälschungen und künstlichen Nachahmungen des Weines sehr wichtig, sich über die Echtheit, Reinheit und Preiswürdigkeit desselben möglichst zuverlässige Anhaltspunkte zu verschaffen. Bei einem Erzeugnisse, dessen Werth in so hohem Grade von der Feinheit und der besonderen Art seines Geruches und Geschmackes abhängig ist, wie dies beim Weine der Fall und bei welchem gerade diese massgebenden Geruchs- und Geschmacksstoffe der chemischen Analyse bis jetzt völlig unzugänglich sind, kann diese letztere allein selbstverständlich zur Beurtheilung nicht ausreichen, muss vielmehr wesentlich unterstützt werden durch die Prüfung mittels der weit empfindlicheren Sinne, durch die Kost oder das Kosten, ja diese kann in manchen Fällen die chemische Analyse ganz entbehrlich machen. Dennoch ist letztere von grosser Wichtigkeit. Einerseits gibt sie in der Kellerwirthschaft wesentliche Anhaltspunkte bei Vornahme von Verschnitten, beim Entsäuern und Verbessern des Weines, bei Beurtheilung des Mostes und der Trauben, bei Erkennung gewisser Weinkrankheiten u. s. w., andererseits ermöglicht sie im Weinhandel mitunter Verfälschungen des Weines nachzuweisen und gestattet mit einiger Wahrscheinlichkeit, manchmal sogar mit Bestimmtheit einen Schluss auf den Ursprung des Weines oder auf die Vornahme gewisser Veränderungen desselben, wie Gallisiren, Petiotisiren, Scheelisiren, Gypsen u. s. w. zu ziehen. Für praktische Zwecke genügen in sehr vielen Fällen einzelne Bestimmungen und mitunter, z. B. beim Most, ist schon die Ermittlung physikalischer Eigenschaften, wie namentlich des Eigengewichtes (spec. Gew.) zur Beurtheilung ausreichend.

1. Most. Zu Beurtheilung des Mostes genügt meist die Kenntnis des Zuckergehaltes; mitunter ist es auch wünschenswerth, den Säuregehalt zu kennen. Auf den Zuckergehalt wird stets aus der Bestimmung des Eigengewichtes oder Mostgewichtes geschlossen, welche mit Hilfe eines Aräometers, einer sog. Mostwage geschieht. Lange Zeit hat man sich des Beaumé'schen Aräometers unter dem Namen Wagner'sche Mostwage bedient. Das in Frankreich gebräuchliche *Gleuco-oenomètre* (s. oben pag. 609) ist eine Abänderung desselben. In Deutschland ist gegenwärtig die Oechsle'sche Mostwage sehr verbreitet. Sie zeigt unmittelbar die Dichte an, mit dem Unterschied, dass die ersten 3 Decimalstellen der Dichtezahlen als ganze Zahlen aufgefasst und als Oechsle'sche Grade bezeichnet werden. Das in Frankreich gebräuchliche Densimètre oder Gleucomètre ist eine nur wenig veränderte, weniger genaue Oechsle'sche Wage. Aus der Dichtenangabe kann auf den Zuckergehalt niemals ganz sicher geschlossen werden, da die übrigen, die Dichte beeinflussenden Stoffe (Nichtzucker), je nach Traubensorte, Jahrgang, Reifegrad, Stärke des Pressens, Temperatur u. s. w. in sehr verschiedener Menge auftreten. Man benützt zur Umwandlung entweder Tabellen, oder die Eigenthümlichkeit der Oechslegrade, dass $^1/_5$ derselben ziemlich genau die Zuckerprocente angibt. Uebrigens benützt man auch Saccharometer, z. B. das Balling'sche oder in Frankreich und Italien die Guyot'sche Mostwage (*Gleucomètre Guyot*) und zieht von ihren Angaben in Berücksichtigung des Nichtzuckers einen bestimmten Betrag ab. Auch hat man Saccharometer, deren Angaben schon den Nichtzuckergehalt berücksichtigen. Ein solches ist die in Oesterreich verbreitete Klosterneuburger Mostwage, welche ziemlich gut, aber auch nicht völlig genau ist. Völlige Genauigkeit kann nur auf chemischem Wege, am besten durch Benützung Fehling'scher Lösung erhalten werden. Polarisation ist nicht zulässig, da im Moste Rechts- und Linkszucker vorkommt. Die Bestimmung des Säuregehaltes des Mostes geschieht stets durch Titration mit Natronlauge, wobei man entweder

die schwache Farbenwandlung des Mostes beim Neutralisiren als Endreaktion benützt, oder Lackmus zusetzt. Die Säure wird stets auf 1000 Thl. und als Weinsäure berechnet, obwohl die Hauptmasse der freien Säure Aepfelsäure ist und auch der Weinstein mittitrirt wird. Für rasche Bestimmungen im Weingarten hat man auch entsprechend getheilte Proberöhrchen, welche bis zu bestimmten Theilstrichen mit Lackmus und Most gefüllt und dann mit Natronlauge bis zur Neutralisation versetzt werden.

2. Wein. Im Handel und Verkehr wird der Wein in den weitaus meisten Fällen durch das Kosten oder die Kost beurtheilt, worunter man nicht blos die Prüfung durch den Geschmackssinn, sondern auch die durch den Gesichts- und Geruchssinn versteht. Diese Art der Prüfung hat den Vortheil, dass sie rasch zum Ziele führt und dass sie die, der chemischen Analyse unzugänglichen Stoffe, sowie das harmonische Verhältnis aller Bestandtheile zu beurtheilen gestattet, so dass nur die Kost ein endgiltiges Urtheil geben kann. Kein Wirth, Weinhändler oder Weinkäufer verlässt sich daher auf die chem. Analyse allein. Der zum Kosten Befähigte muss grosse Erfahrung besitzen. Er hat vor allem auf Farbe, Klarheit, Dickflüssigkeit, Geruch, Anfangsgeschmack und Nachgeschmack zu achten. Schlucken des Weines ist für das Kosten nicht erforderlich. Müssen viele Weine rasch gekostet werden, wie namentlich bei Ausstellungen, so müssen dieselben in möglichst gleichartigen Gruppen zur Beurtheilung gelangen. Zur Zusammenstellung dieser Gruppen wird entweder eine Vorkost ausgeführt, oder ein massgebender Bestandtheil chemisch bestimmt. Getrennt zu verkosten sind: weisse, rothe, süsse, starke, sauere, alte und junge Weine. Auch die Temperatur ist nicht gleichgiltig. Sie soll für Tischweine 10° C., für bessere Weissweine 12° C. und für Rothweine etwa 18° C. betragen. Für die Bezeichnung der verschiedenen Wahrnehmungen beim Kosten hat man eine grosse Anzahl von Ausdrücken, welche in verschiedenen Gegenden sehr verschieden lauten und in den meisten Handbüchern zusammengestellt sind. Eine ausführliche Anleitung zur Ausführung des Kostens findet sich im Handb. d. Weinbaues u. d. Kellerwirthschaft v. Babo u. Mach, Bd. II. Die chemische Untersuchung des Weines wird, ausser für Zwecke der Kellerwirthschaft, hauptsächlich dann vorgenommen, wenn es sich darum handelt zu ermitteln, ob derselbe durch absichtliche Veränderungen entwerthet, oder gesundheitsschädlich gemacht wurde, oder ob er Zusätze enthält, welche eine Täuschung des Käufers bezwecken. Für gewöhnliche Zwecke genügt meist die Bestimmung von Alkohol, Extrakt, Glycerin, freier Säure und Aschenmenge, sowie die Prüfung auf Fehlen oder Vorkommen von Stärkezucker, Gummi, Dextrin und Zucker, Chlor, Calcium und Magnesium, und bei Rothweinen noch die Prüfung auf fremde Farbstoffe und die Bestimmung der Schwefelsäure. Bei einer eingehenden Untersuchung kommt dann ferner in Betracht: das specifische Gewicht, die Menge der flüchtigen und nichtflüchtigen Säuren, des Weinsteins und der Weinsäure, ferner Aepfelsäure, Bernsteinsäure, Citronensäure, Salicylsäure, Saccharin, Gerbstoff, Salpetersäure, Borsäure, Mannit, Stickstoff, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff, die Bestandtheile der Asche, Schwermetalle und Arsen.

Specifisches Gewicht. Die Bestimmung desselben hat nur einen geringen Werth. Sie geschieht durch Aräometer, durch das Piknometer und durch die Mohr-Westphal'sche Wage (s. d.). Man hat auch sog. Weinwagen oder Oenobarometer. Sie sind werthlos (s. z. B. ü. d. Oenobarometer v. Houdart, Weinl. 1887, Nr. 29).

Alkohol. Die Bestimmung dieses geschieht am besten durch Destillation und Prüfung des spec. Gewichtes des Destillats. Man gibt den Alkohol in Gr. an und bezieht ihn auf 100cc Wein bei 15° C. Eine Abstumpfung vorhandener flüchtiger Säuren ist nicht nöthig, da dieselben das Ergebnis nicht merklich beeinflussen. Ein bequemer Destillationsapparat ist der von Pontier verbesserte Salleron'sche Weinprober. Zur gleichzeitigen Ausführung von 6 Destillationen ist von B. Landmann ein Apparat angegeben worden (Zeitschrift f. anal. Chemie, Bd. 22, pag. 394). Man kann den Alkohol auch nach dem Balling-schen Attenuationsverfahren bestimmen, indem man vor und nach dem Entgeisten der Flüssigkeit ihre Saccharometeranzeige bestimmt (s. Bier und Branntwein). Auch das Geissler'sche Vaporimeter (s. d.) liefert annähernd richtige (aber nicht genaue) Zahlen. Das Dilatometer von Silbermann (s. d.) soll zwar genaue Bestimmungen ermöglichen, ist aber schwierig zu handhaben. Unbrauchbar ist das Liquometer von Muskulus. Annähernd richtig fallen die Bestimmungen mit dem Ebullioskop von Vidal-Maligand aus. Genauer soll das von H. Kapeller in Wien (Oesterr. Pat. 31. Okt. 1887; Weinlaube 1888, Nr. 4) und jenes von Benevolo (Weinl. 1888, Nr. 27) sein. Das Verfahren des Tropfenzählens von Ducleaux, welches auf der verschiedenen Oberflächenspannung von Alkohol-Wassergemischen beruht, ist bei der Pariser Zollbehörde eingeführt. Da der Extraktgehalt die Genauigkeit desselben stark beeinflusst, so schliesst Salleron aus dem Gewichte einer bestimmten Zahl von Tropfen auf den Alkoholgehalt der Flüssigkeit. Ueber das von Amagat angegebene Refractometer zur Bestimmung des Alkoholgehaltes s. Monit. vinic. 1887, Nr. 99. Hager berechnet den Alkoholgehalt bei dem oben erwähnten Balling'schen Verfahren in einfacher Weise aus den spec. Gewichten (Pharmac. Centralhalle, Bd. 19, pag. 161). Vergleichende Bestimmungen nach verschiedenen Verfahren wurden von A. Kraft ausgeführt (Zeitschr. f. analyt. Chem., Bd. 12 pag. 48).

Extrakt. Hierunter versteht man die Summe sämmtlicher bei 100° C. nicht flüchtiger Weinbestandtheile. Da bei der Extraktbestimmung eine Verdunstung geringer Glycerinmengen unvermeidlich ist, so muss jene nach Vereinbarungen stets in gleicher Weise ausgeführt werden, da je nach der Grösse der verdampfenden Fläche die Bestimmung verschieden

ausfällt (s. z. B. Bouillhon, Compt. rend. 1886, Bd. 103, pag. 498). Nach den Vereinbarungen deutscher Chemiker werden 50cc Wein (bei 15° C. gemessen) in Platinschalen von 85mm Durchmesser, 20mm Höhe und 75cc Inhalt am Wasserbade eingedampft und der Rückstand 2·5 Stunden im Wassertrockenschranke erhitzt. Süssweine (die über 0·5 Gr. Zucker in 100cc enthalten) sind vorher so zu verdünnen, dass höchstens 1—1·5 Gr. Extrakt zur Wägung gelangt. Greter titrirt den Wein vorher mit Barytwasser, so dass die flüchtigen Säuren mitgewogen werden (Zeitschr. f. analyt. Chem., Bd. 20, pag. 458). Zur Bestimmung des Extraktes aus dem spec. Gew. der entgeisteten Flüssigkeit wurden Tabellen von Hager (a. a. O.) und Schultze angegeben, welche erheblich von einander abweichen. Bensemann (Rep. d. anal. Chem. 1886, Nr. 19) schlägt vor, durch Trocknen des Extraktes bei 110° C. dasselbe glycerinfrei zu machen.

Glycerin. Dasselbe wird bestimmt, indem man 100cc Wein auf 10cc einengt, hierauf, nach Zusatz von Quarzsand und Kalkmilch bis zur stark alkalischen Reaktion, zur Trockene verdampft, den Rückstand mit 100—200cc siedendem Alkohol von 96 Vol.-Proc. völlig erschöpft, den Auszug zur zähen Flüssigkeit eindunstet, diese in 10cc wasserfreiem Alkohol löst, mit 15cc Aether fällt, die ätherische Lösung in einem Wägegläschen eindampft und den Rückstand 1 Stunde im Wassertrockenschrank trocknet. Bei Süssweinen setzt man entweder gar keinen Kalk zu, so dass der Zucker nur durch den Aether abgeschieden wird, oder man verfährt nach Nessler und Barth (Zeitschr. f. analyt. Chemie, Bd. 22, pag. 170) derart, dass man 50cc Wein mit Sand und pulverigem gelöschtem Kalk erwärmt, nach dem Abkühlen mit 100cc Alkohol von 96 Proc. versetzt, filtrirt, mit 90proc. Alkohol auswäscht und dann wie oben weiter arbeitet. Abänderungen dieser Verfahren zur Erzielung grösserer Genauigkeit hat Bensemann (a. a. O. s. oben) und Samelson (Chem. Ztg. 1886, Bd. 10, pag. 934) angegeben. Nach Kulisch ist das Glycerin fetthaltig und kann durch Wasser von den Fetten befreit werden (Landw. Jahrbüch. 1886, Bd. 15, pag. 421; Weinbau und Weinhandel 1886). Barth (Pharm. Centrhl. 1886, Bd. 27, pag. 244) hat für das obige Verfahren etwas genauere Angaben gemacht und es derart abgeändert, dass das lästige Auswaschen der Kalkmasse wegfällt. Legler hat vorgeschlagen, das gewonnene Glycerin mit Kaliumbichromat und Schwefelsäure zu Kohlensäure zu oxydiren und letztere zu wägen (Repert. anal. Chem. 1886, Bd. 6, pag. 632). Dietz überführt das gewonnene Rohglycerin nach dem Verfahren von Baumann durch Schütteln mit Benzoylchlorid und Natronlauge in den Benzoësäure-Ester, welcher mit Wasser gewaschen und 2—3 Stunden bei 100° C. getrocknet wird (Zeitschr. f. physiol. Chem. 1887, pag. 11).

Freie Säuren. Als solche bezeichnet man die Summe sämmtlicher, sauer reagirender Bestandtheile des Weines. Sie werden durch Titriren mit verdünnter ($^1/_3$—$^1/_{10}$) Normallauge bestimmt und als Weinsäure ausgedrückt. Aus jungen Weinen muss vorher die Kohlensäure durch starkes Schütteln entfernt werden. Zur Erkennung des Endpunktes benützt man entweder die Tüpfelmethode, unter Anwendung eines empfindlichen Reagenspapiers oder bei Rothweinen auch die Farbenveränderung des Weinfarbstoffes selbst (T. Garcin, Compt. rend. 1887, pag. 577; Chem. Ztg. 1887, Nr. 95). Rothweine können bei starker Verdünnung auch mit Phenolphtaleïn titrirt werden. Reitlechner empfiehlt für Weinbauer und Händler die Anwendung von Kalkwasser statt Natronlauge, da dasselbe leicht zu bereiten ist (Weinl. Bd. 11, 1879, pag. 169). Schwackhöfer befürwortet für Rothweine die Anwendung von Barytwasser (Annal. d. Oenol., Bd. 2, pag. 347). Bei der Bestimmung ist auf die Temperatur des Weines zu achten, da von ihr der Weinsteingehalt abhängt (s. Mach u. Portele, Weinl. 1879, Bd. 11, pag. 449).

Flüchtige und nichtflüchtige Säuren. Die flüchtigen Säuren werden durch Destillation und Titriren des Destillats mit $^1/_{10}$ Normallauge bestimmt und auf Essigsäure berechnet. Die Destillation muss unter zeitweiligem Zusatz von Wasser so lange fortgesetzt werden, bis das Destillat die 4fache Menge des verwendeten Weines beträgt. Landmann erreicht dasselbe Ziel durch Destillation im Dampfstrom (Zeitschr. f. anal. Chem., Bd. 22, pag. 516). Nessler und Barth destilliren im Chlorcalciumbade bei 119° C. und leiten zum Schluss einen Kohlensäurestrom durch die Flüssigkeit (a. a. O. Bd. 22, pag. 166). Wird die gefundene Säure als Weinsäure berechnet und von den für „freie Säuren" gefundenen Werth abgezogen, so erhält man die „nichtflüchtigen Säuren".

Weinstein und freie Weinsäure. Zur Nachweisung freier Weinsäure im Weine wird dieser mit Weinstein gesättigt und nach Zusatz von 2—3 Tropfen einer 20proc. Lösung von Kaliumacetat, bei gleichbleibender Temperatur und 12stündigem Stehen, die Bildung eines Weinstein-Niederschlages abgewartet. Die Bestimmung der Menge von Weinstein und Weinsäure wird derart ausgeführt, dass man in einer Probe den Weinstein durch Fällen und Wägen oder Titriren bestimmt, in einer zweiten vorher die Weinsäure in Weinstein überführt und denselben gemeinsam mit dem übrigen fällt und schliesslich aus dem Unterschied beider Bestimmungen die Weinsäuremenge berechnet. Auch kann man das Filtrat von der Weinsteinfällung zur Bestimmung der Weinsäure benützen. Die verschiedenen Verfahrungsarten unterscheiden sich durch die Einzelnheiten der Ausführung. Es wurden solche angegeben von Berthelot und Fleurien (Zeitschr. f. anal. Chem., Bd. 3, pag. 216), von Picard (ebendas. Bd. 21, pag. 424), Mach und Portele (Weinl. Bd. 11, pag. 207), Claus (Zeitschrift f. anal. Chem., Bd. 17, pag. 314), Nessler u. Barth (ebendas. Bd. 21, pag. 61) und Haas (Zeitschr. f. Nahrgsmitt.-Unters. u. Hygiene 1888, Bd. 2, pag. 97). S. a. Borgmann (Anleitg. z. chem. Analyse d. Weines, pag. 39—44).

Aepfelsäure, Bernsteinsäure, Citronensäure. Die Trennung und Bestimmung dieser Säuren ist bis jetzt noch nicht genau durchführbar und unterbleibt daher meist (s. Borgmann a. a. O.).

Salicylsäure. Da diese auf manche Menschen schädlich wirkt, so wurde ihr Zusatz zu Lebensmitteln neuerer Zeit von vielen Regierungen verboten, weshalb ihr Nachweis wichtig ist. Sie kann sehr leicht nachgewiesen werden durch Ausschütteln mit Chloroform, Amylalkohol (Weigert, Zeitschr. f. anal. Chem., Bd. 19, pag. 45), einem Gemisch von gleichen Raumth. Aether und Petroläther (Röse, Arch. f. Hygiene, Bd. 4, pag. 127; Taffe, Bull. soc. chim. 1886, Bd. 46), oder durch Ausziehen des mit Leimlösung gefällten und fast zur Trockene eingedampften Weines mit Aether. Nach Verdunstung des Lösungsmittels lässt sich die Salicylsäure mit verdünnter Eisenchloridlösung nachweisen und auch colorimetrisch bestimmen (Verfahren von H. Pellet u. J. de Gerbet, Compt. rend., Bd. 93, pag. 278, ferner von Remont, Journ. de Pharm. Chim., Bd. 4, pag. 34) oder zu annähernder Bestimmung auch wägen.

Saccharin (v. Fahlberg). Auch das Verbot des Zusatzes dieses Körpers zu Nahrungs- und Genussmitteln ist wegen seiner angeblich gesundheitsschädlichen Wirkungen in mehreren Staaten bereits angebahnt worden. Seine Nachweisung kann sehr leicht durch Ausschütteln des mit Schwefelsäure angesäuerten Weines mit einer Mischung aus gleichen Raumthl. Aether und Petroläther geschehen. Nach Verdunstung des Lösungsmittels ist das Saccharin am süssen Geschmack und an der Ueberführbarkeit in Salicylsäure durch Schmelzen mit Aetznatron erkennbar (C. F. Schmitt, Pharm. Centrh. 1887 pag. 38; Zeitschr. angew. Chem. 1888 pag. 396; Gesundheitsrath v. Rom in Boll. ital. 1888 pag. 381). Bei Gegenwart von Salicylsäure verwendet Börnstein zum Nachweis des Saccharins die Eigenschaft desselben, mit Resorcin und Schwefelsäure einen, dem Fluoresceïn ähnlichen Farbstoff zu liefern (Ztschr. anal. Chem. 1888, Bd. 27, pag. 165).

Gerbstoff. Diesen bestimmt man am zweckmässigsten nach dem Verfahren von Neubauer-Löwenthal, wobei auch der Farbstoff mitbestimmt wird, der aber dem Gewicht nach stets in sehr geringer Menge vorhanden ist (s. Annal. d. Oenol., Bd. 2, pag. 1; Ztschr. f. anal. Chem., Bd. 22, pag. 595). Nessler und Barth haben auch zwei Verfahren angegeben, um die Menge des Gerbstoffes durch Zusatz von Eisenchlorid aus dem Verbrauch an letzterem oder aus der Menge des Niederschlages annähernd zu schätzen (Zeitschr. anal. Chem., Bd. 22, pag. 170 u. Bd. 23, pag. 320).

Farbstoffe. Rothweine sind stets auf Theerfarbstoffe zu prüfen. Zugesetzte natürliche Farbstoffe (Pflanzenfarbstoff u. Cochenille) lassen sich nur ausnahmsweise mit Sicherheit nachweisen. Ueber die zahlreichen auf diesem Gebiete gemachten Vorschläge s. Borgmann, Anleitg. u. s. w. pag. 107 ff. Nach Hilger sind alle bisher angegebenen Verfahren nicht stichhaltig (Chem. Ztg. 1888, Nr. 76). Vogel dagegen behauptet, dass in vielen Fällen die spektroskopische Prüfung zum Ziele führt (ebendas. 1888, pag. 175). Auch zur Nachweisung der Theerfarbstoffe sind zahlreiche Verfahren vorgeschlagen worden. Am leichtesten ist gewöhnliches Fuchsin, schwieriger Säurefuchsin nachzuweisen, welches letztere neuerer Zeit als Weinfarbstoff bevorzugt wird. Die meisten Theerfarbstoffe scheiden sich beim Lagern des Weines nach und nach aus, können aber im Geläger unverändert aufgefunden werden, welches daher, wenn vorhanden, stets zu untersuchen ist. Bei Weinkrankheiten, welche durch Fermentwesen hervorgebracht werden, findet jedoch eine rasche Zerlegung der Theerfarbstoffe statt. (Haas, Zeitsch. anal. Chem., Bd. 20, pag. 373; Nessler, Weinl., Bd. 13, pag. 97; Geissler, Pharm. Centrlh., Bd. 21, pag. 55; Cazeneuve, Journ. pharm. et chim. 1887 pag. 65). Fuchsin kann im Weine, nach Zusatz von Bleiessig und Entfernen des Niederschlages, durch Schütteln mit Amylalkohol nachgewiesen werden. Nach Wartha wird der stark eingeengte, mit Ammoniak übersättigte Wein mit Aether ausgeschüttelt und in der Lösung Wolle eingefärbt (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch., Bd. 13, pag. 659). König färbt Wollfäden unmittelbar in dem mit Ammoniak übersättigten Wein ein (Ber. deutsch. chem. Ges., Bd. 13, pag. 2263; Haas, Zeitschr. anal. Chem., Bd. 20, pag. 373), löst diese Wolle dann in Kalilauge und schüttelt das Fuchsin mit Aether-Alkohol aus. Einfaches Einfärben von Wolle und Seide benützt Viard sowie Sarton zum Nachweis von Fuchsin (Allg. Wein-Ztg. 1887, Nr. 16). Benède weist Fuchsin und Enzianviolett durch Schütteln mit einer Auflösung von Phenol in Aether-Alkohol nach (La Sicile vinic. 1887, Nr. 7). Anilinfarben im Allgemeinen weist Curtmann mittels der Hoffmann'schen Isonitrilreaction durch Kochen mit Kalilauge und Chloroform nach (Pharm. Centrh. 1887, Nr. 2). S. G. Schmidt benützt zur Erkennung von Rosanilinsalzen und von Rosanilinsulfosäure (Säurefuchsin) die Eigenschaft ihrer, durch Schwefligsäure entfärbten Lösungen, sich durch Aceton violett zu färben (Ber. deutsch. chem. Ges. 1881 pag. 1848). Das etwas schwieriger nachweisbare Säurefuchsin wird entweder derart aufgefunden, dass man den Wein mit Aetzbaryt fällt, erhitzt, und im Filtrate spektroskopisch prüft, oder dass man das verschiedene Verhalten des Säurefuchsins und des gewöhnlichen Fuchsins zu gewissen Metalloxyden benützt u. zw. zu Quecksilberoxyd, Bleihydroxyd, Eisenhydroxyd (Cazeneuve, Compt. rend. 1886, Bd. 105, pag. 52; Bull. soc. chim. 1886, Bd. 45, pag. 235; Blarez, Journ. pharm. et chim. 1886, Bd. 13, pag. 13; Bull. soc. chim. 1886, Bd. 45, pag. 419), Manganhyperoxyd und einem Gemenge von Mercuriacetat und Magnesia (Industriebl. 1886 pag. 109).

Zucker. Vom Moste her kann der Wein Dextrose und Lävulose enthalten; ferner kann ihm Rohrzucker und Kartoffelzucker zugesetzt worden sein. Im letzteren Falle enthält er

unvergährbare rechtsdrehende Stoffe, das sog. Amylin. Die An- oder Abwesenheit aller dieser Körper kann leicht aus dem Verhalten des Weines im Polarisationsapparat, vor und nach dem Invertiren mit Salzsäure, sowie vor und nach dem Ansetzen desselben mit Hefe, geschlossen werden. Völlig vergohrene Weine zeigen entweder gar keine, oder nur eine sehr schwache, von Weinsäure und ihren Salzen herrührende Drehung, welche höchstens +0·3° Wild beträgt. Hat man bei einer Drehung von weniger als +0·8° Wild Verdacht auf die Anwesenheit von Amylin, so muss, um einen sicheren Schluss ziehen zu können, der Weinstein und die Weinsäure abgeschieden und nochmals polarisirt werden. Ist dann die Drehung grösser als +0·5° Wild, so sind die unvergährbaren Stoffe des käuflichen Kartoffelzuckers vorhanden. Die Schlussfolgerungen bezüglich der anderen Zuckerarten ergeben sich leicht, wenn man erwägt, dass der rechtsdrehende Rohrzucker nach dem Invertiren nach links dreht und dass alle vorkommenden Zuckerarten durch Gährung entfernbar sind, so dass nur etwas vorhandenes Amylin zurückbleibt. Näheres siehe bei Borgmann, Anleitung pag. 53 u f. T. Garcin hat zur Beurtheilung der Art des Zuckerzusatzes eine Erfahrungs-Regel aufgestellt (Compt. rend. Bd. 104). Vor dem Polarisiren muss der Wein zur Entfärbung mit Bleiessig und das Filtrat mit Natriumcarbonat gefällt werden. Nach Daenen sollen sich Rothweine auch durch Schütteln mit Mangansuperoxyd entfärben lassen (Chem. Ztg. 1888 Nr. 2). Ueber die Ausführung der Polarisation s. Zucker. Die Drehung wird stets in Wild'schen Graden angegeben. Die Mengenbestimmung des Zuckers geschieht am zweckmässigsten nach einer der Abänderungen des Fehling'schen Verfahrens u. zw. entweder nach jener von Soxhlet (Zeitschr. anal. Chem. Bd. 18, pag. 348 und Bd. 20, pag. 425) oder nach jener von Allihn (ebendas. Bd. 20, pag. 434 und Bd. 22, pag. 448) oder Meissl (Zeitschr. d. Ver. f. Rübenzuckerind. 1879, pag. 1034). Stark gefärbte Weine werden vorher bei niedrigem Zuckergehalt mit gereinigter Thierkohle, bei hohem Zuckergehalt mit Bleiessig entfärbt und dann mit Natriumcarbonat versetzt. Für sehr geringe Zuckermengen, wie sie in gewöhnlichen, ausgegohrenen Weinen vorkommen, haben Nessler und Barth ein vereinfachtes Verfahren zur annähernden Bestimmung angegeben (Zeitschr. anal. Chem. Bd. 22 pag. 163).

Gummi und Dextrin. Diese werden nach Nessler und Barth beim Versetzen des Weines mit der $2\frac{1}{2}$fachen Menge Alkohol von 96 Proc. an der Entstehung eines klumpig zähen, an den Gefässwandungen haftenden Niederschlages erkannt. Zur näheren Untersuchung und Mengenbestimmung werden 100cc Wein auf 5cc eingeengt, mit 90proc. Alkohol gefällt, der Niederschlag mit Salzsäure verzuckert und der Zucker mit Fehling'scher Lösung bestimmt (Zeitschr. f. annal. Chem Bd. 22 pag. 165).

Mannit. Bei der Extrakt- und Glycerinbestimmung ist mitunter das Auftreten von Mannitkrystallen beobachtet worden. Vorkommenden Falles sind dieselben abzuscheiden und aus Alkohol umzukrystallisiren.

Stickstoff. Die Bestimmung desselben geschieht nach dem Eindampfen des Weines im Hofmeister'schen Schälchen nach dem Natronkalkverfahren. Neuerer Zeit hat man mit gutem Erfolg auch das Kjeldahl'sche Verfahren angewendet (Balcke, Wochenschr. f. Brauerei, Bd. 1, Nr. 11; Morgen, Chem.-Ztg Bd. 7, Nr. 25; Kulisch, Zeitschr. f. anal. Chem. Bd. 25, pag. 149).

Asche und deren Bestandtheile. Zur Aschenbestimmung genügen 50cc. Verbrennt die Kohle schwer, so wird sie ausgelaugt, für sich verbrannt und mit dem Rückstand der Lösung vereinigt. Die Asche reagirt meist stark alkalisch. Neutrale Reaktion deutet auf starkes Gypsen. Süssweine werden vor dem Veraschen nach Weigelt zweckmässig vergohren (Oenolog. Jahrber. Bd. 4, pag. 124). Die Schwefelsäure wird unmittelbar im Weine gewichts- oder massanalytisch bestimmt. Stark gefärbte Weine fällt Weigelt (a. a. O. Bd. 3, pag. 133) vorher mit Kalkmilch. Salleron bestimmt mit einer Baryumchloridlösung von bestimmtem Gehalt, ob die Schwefelsäuremenge eine gewisse Grenze überschreitet und nennt die dazu verwendete Bürette „Gypsomètre" (la sicile vinic Bd. 5, pag. 87). Zur Chlorbestimmung wird der Wein mit Natriumcarbonat übersättigt, eingedampft, der Rückstand schwach geglüht, mit Wasser erschöpft und die Lösung zur gewichts- oder massanalytischen Bestimmung verwendet. Die Phosphorsäure wird am zweckmässigsten in der Asche nach dem Molybdänverfahren bestimmt. Reagirt die Asche neutral, so ist es zweckmässig, sie zur Umwandlung etwa gebildeter Pyrophosphate in Orthophosphate mit Soda und Salpeter zu schmelzen. Stutzer bestimmt die Phosporsäure unmittelbar im Wein nach dem Kochen mit Salpetersäure und Bromwasser (Borgmann, Anleitg. pag. 80). Die massanalytische Bestimmung mit Uran ist minder genau (Musculus und Amthor, Zeitsch. anal. Chem. Bd. 21, pag. 193; Mylius, Oenol. Jahresber. Bd. 2, pag. 153). Kalk, Magnesia, Eisen, Thonerde, Alkalien, Schwermetalle und Arsen werden in gewöhnlicher Weise in der Asche bestimmt. Kalium kann nach Kayser auch unmittelbar im Weine als Weinstein bestimmt werden (Repert. anal. Chem. Bd. 1, pag 258). Ueber Bestimmung der Thonerde s. l'Hote (Compt. rend. Bd. 104), über jene des Kupfers, Mach und Portele (Weinl. 1887, Nr. 23), sowie Gigli (Repert. Chem.-Ztg. 1888, pag. 165) und über jene des Mangans, Stein (Chem.-Ztg. 1888, Nr. 27), sowie Thorpe und Hambly (Journ. Chem. soc. 1888 pag. 304). Borsäure wird in der Asche in gewöhnlicher Weise nachgewiesen (s. auch Ripper, Weinb. 1888, pag. 331). Salpetersäure wird mit Diphenylamin nachgewiesen. Rothweine werden vorher mit Bleiessig gefällt und das Filtrat mit Magnesiumsulfat und Thierkohle versetzt (Egger, Arch. f. Hyg. Bd. 2, pag. 373), s. auch Borgmann, (Zeitsch. anal. Chem. 1888, pag. 124). Zur Bestimmung der Schwefligsäure wird der

Wein nach Zusatz von Phosphorsäure im Kohlensäurestrom destillirt, das Destillat in Jodlösung aufgefangen und die darin gebildete Schwefelsäure bestimmt (Haas, Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch., Bd. 15, pag. 155). Gegenwart von Schwefelwasserstoff erkennt man mit alkalischer Bleilösung oder nach Fischer mit p-Amidodimethylanilin (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch., Bd. 16, pag. 2234).

Beurtheilung des Weines nach seiner Zusammensetzung. Bei dieser handelt es sich darum, ob der Wein fremdartige oder gesundheitsschädliche Stoffe enthält, ob seine Zusammensetzung eine solche ist, wie sie reine Naturweine zeigen und welche Veränderungen mit dem Weine etwa vorgenommen worden sind. In Bezug auf letztere kommt hauptsächlich in Betracht: Zusatz von Weingeist, Glycerin, Wasser, Wasser und Weingeist, Zucker, übermässiges Schwefeln, Gypsen, übermässiges Gallisiren, Tresterweindarstellung, Kunstweindarstellung, Entsäuern. Fremdartige oder gesundheitsschädliche Stoffe gibt die Analyse unmittelbar an. Abweichung von der Zusammensetzung reiner Naturweine, oder Uebereinstimmung mit dieser, ergibt sich aus einer Vergleichung mit den bekannten Grenzwerthen für die Menge der einzelnen Weinbestandtheile (s. oben pag. 561). Dabei ist es von grossem Vortheil, wenn man die Analysen reiner Naturweine der gleichen Gegend und womöglich auch des gleichen Jahrganges zum Vergleiche heranziehen kann. Zusatz von Weingeist sucht man an der Veränderung im Verhältnis von Alkohol und Glycerin zu erkennen, welche durch denselben hervorgebracht wird. Hieran kann auch der Zusatz des Glycerins erkannt werden. Man nimmt dabei an, dass auf 100 Gew.-Thl. Alkohol in reinem Wein 7–14 Gew.-Thl. Glycerin kommen sollen, was aber nach neueren Untersuchungen nicht immer richtig ist (s. pag. 562). Das Urtheil wird noch dadurch erschwert, dass die Glycerinbestimmung nicht ganz sicher ist und dass auch glycerinhaltiger Alkohol (Cognac) zugesetzt sein kann (s. Weigelt, Chem.-Ztg. 1888, pag. 175). Bei Zusatz von Wasser und Alkohol wird gleichfalls der Glyceringehalt im Verhältnis zum Alkohol sehr klein, ausserdem müssen aber auch alle übrigen Weinbestandtheile stark vermindert erscheinen, insbesondere auch die Asche, sowie jene Bestandtheile derselben, welche in gewöhnlichem Wasser nicht vorzukommen pflegen, wie Phosphorsäure und Kali. Verwendung eines schlechten Wassers kann man an dem hohen Chlorgehalt und an der Anwesenheit von Salpetersäure erkennen. Bezüglich letzterer ist jedoch Vorsicht geboten, da sie auch auf andere Weise in den Wein gelangen kann (s. Borgmann, Zeitsch. anal. Chem. 1888 pag. 184). Zusatz von Wasser ist nur dann erkennbar, wenn er sehr bedeutend war, oder wenn unreines Wasser verwendet wurde, das Chloride und Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs enthielt. Er verräth sich dann durch diese oder durch die starke Verdünnung oder durch beide Umstände. Zusatz geringer Mengen reinen Wassers ist nicht erkennbar. Zuckerzusatz (Kartoffel- oder Rohrzucker) wird in der oben (pag. 629) angegebenen Weise erkannt. Das Gypsen des Weines vermindert sehr bedeutend den Weinsäuregehalt desselben, vermehrt beträchtlich seinen Kaligehalt und somit auch den Aschengehalt und erhöht bedeutend den Gehalt an Schwefelsäure (s. pag. 596). Es ist gebräuchlich, die gefundene Schwefelsäure auf neutrales Kaliumsulfat (K_2SO_4) umzurechnen und einen Wein nur dann als übermässig gegypst anzusehen, wenn er mehr als 2 Gr. Kaliumsulfat im Liter enthält. Diese Grenze ist für Deutschland, die Schweiz, Italien und Griechenland gesetzlich bestimmt. Die Wirksamkeit eines gleichartigen Gesetzes für Frankreich ist wegen mannigfaltiger Schwierigkeiten vorläufig für feine und alkoholreiche Weine verschoben worden. Weine, welche ausdrücklich für Heilzwecke bestimmt sind, dürfen höchstens 1 Gr. Kaliumsulfat im Liter enthalten. Die Anwesenheit von sauerem Kaliumsulfat im Weine ist nur dann als erwiesen zu betrachten, wenn sämmtliche vorhandene Basen nicht ausreichen, um mit der Schwefelsäure neutrale Salze zu bilden. Durch übermässiges Schwefeln findet eine Vermehrung der Schwefelsäure statt, wobei aber der Aschen- und Kaligehalt, im Gegensatz zum Gypsen, nicht steigt. Ist somit der Kaligehalt normal, d. h. nicht wesentlich höher als die Hälfte des Gehaltes an Mineralstoffen und betragen letztere nicht wesentlich mehr als 0·25 Gr. in 100^{cc} Wein,

so ist die Vermehrung der Schwefelsäure als durch Schwefeln bewirkt anzusehen; im Gegenfalle rührt sie dagegen von Gypsung her, kann aber auch theilweise durch Schwefeln entstanden sein, was sich nicht entscheiden lässt. Weine, die noch schweflige Säure enthalten, sind zu sofortigem Genusse nicht zulässig. Gut bereitete Tresterweine sind aus der Analyse schwierig und nur sehr unsicher als solche erkennbar. Nach Girard enthalten sie weniger Extrakt, Weinstein und Farbstoff als entsprechende Naturweine von gleichem Alkoholgehalt (siehe pag. 599). Auch ihr Gerbstoffgehalt soll nach ihm geringer und nicht höher, wie meist angegeben wird, sein. Würde zu ihrer Bereitung Alkohol verwendet, so ist das Verhältnis zwischen Alkohol und Glycerin gestört. Ist dagegen Traubenzucker verwendet worden, so sind die unvergährbaren Bestandtheile desselben vorhanden. Auch bei Anwendung unreinen Wassers, das Chloride oder Nitrate enthielt, wird durch die Anwesenheit dieser im Tresterweine die Erkennung desselben erleichtert. Mischungen von Tresterweinen mit Naturweinen sind noch schwieriger zu erkennen als erstere. Eben so schwierig wie Tresterweine sind auch gallisirte Weine zu erkennen. War der verwendete Trauben- oder Rohrzucker, sowie das Wasser rein, so kann nur ein übermässiger Wasser- oder Zuckerzusatz erkannt werden. Im ersteren Falle sind sämmtliche Mineralstoffe, besonders aber Phosphate, Magnesia und Kali in viel geringerer Menge vorhanden als in Naturweinen, in letzterem Falle sind häufig nicht unerhebliche Mengen von Zucker, oft noch als Rohrzucker, vorhanden. Ist jedoch kein Zucker vorhanden, so ist der Nachweis der Gallisirung sehr unsicher. Wurde Alkohol beim Gallisiren verwendet, so ist das Verhältnis zwischen Alkohol und Glycerin gestört. Verwendung von Stärkezucker verräth sich durch die unvergährbaren Bestandtheile desselben, unreines Wasser durch die Chloride und Nitrate. Zu stark verdünnte Weine werden mitunter nachträglich mit Weinsäure oder Citronensäure, sowie mit Gummi oder Dextrin versetzt, oder erhalten zur Erhöhung des Aschengehaltes Kochsalzzusatz, Veränderungen, die leicht zu erkennen sind. Die Entsäuerung des Weines durch Calciumcarbonat (Chaptalisiren), Kalium- oder Natriumcarbonat, Kaliumtartrat oder Magnesia verräth sich durch die Erhöhung der Aschenmenge und der Menge an Calcium, Kalium, Natrium oder Magnesium, da diese Basen als äpfelsaure Salze in Lösung bleiben. Bei Anwendung von Calciumcarbonat wird auch die Weinsäuremenge bedeutend vermindert. Wird nur soviel von dem Entsäuerungsmittel verwendet, dass sich keine löslichen äpfelsaueren Salze bilden können, so ist die Erkennung der vorgenommenen Entsäuerung schwierig oder unmöglich. Da der Erfolg einer solchen Entsäuerung jedoch nur gering ist, kommt sie nur selten vor. Kunstweine sind in der Regel als solche erkennbar. Gewöhnlich, obwohl nicht immer, pflegt man alle jene Süssweine, welche irgend einen Zusatz von Zucker oder Alkohol erhalten haben, bereits als Kunstweine zu betrachten. Wurde denselben Alkohol zugesetzt, so verräth sich dies durch den Mindergehalt an Glycerin (falls nicht glycerinhaltiger Cognac verwendet, oder Glycerin zugesetzt wurde) und durch die Armuth an Kali- und Phosphorsäure; wurde dagegen Rohr- oder Stärkezucker zugesetzt so sind diese nachweisbar. Da die durch blosses Eindicken, ohne Zusätze hergestellten Süssweine sich, ausser durch hohen Extraktgehalt, noch durch Reichthum an Aschenbestandtheilen, insbesondere an Phosphaten auszeichnen, so sind Süssweine mit einem geringen Phosphorsäuregehalt (weniger als 0·50 mg. in 100^{cc}) gleichfalls eines Zuckerzusatzes verdächtig. Kunstweine im engsten Wortsinne, d. h. weinähnliche Flüssigkeiten, die ohne jede Zuhilfenahme von Traubensaft oder Wein hergestellt wurden, sind meist an ihrer ganz abweichenden Zusammensetzung, namentlich auch der Aschenbestandtheile, sowie an dem Vorhandensein ganz fremdartiger Gemengtheile leicht erkennbar. Auch verrathen sich solche Weine meist schon durch den Geschmack als Erzeugnisse, die in jeder Hinsicht ihres Namens unwürdig sind. Schaumweine sind stets in geringerem oder höherem Grade als Kunstweine zu betrachten und sie geben, da schon in ihrem Namen eine Erklärung ihrer Natur liegt, nur selten Veranlassung zu Untersuchungen. Ein Verschnitt von Traubenwein mit Obstwein ist nur

ausnahmsweise sicher nachweisbar. Obwohl Obstwein keine Weinsäure enthält, so kann doch nicht immer aus der gänzlichen Abwesenheit, oder dem Vorkommen nur geringer Mengen derselben, mit Sicherheit geschlossen werden, dass ein Wein Obstwein enthalte, oder nur aus diesem bestehe, da auch schon Weine ohne Weinsäure beobachtet wurden (s. pag. 562).

Weinuntersuchungen und Beurtheilungen auf Grund derselben, müssen stets mit der grössten Vorsicht ausgeführt werden, da Irrthümer sehr leicht möglich sind. Insbesondere sind für ausschlaggebende Bestimmungen stets zwei übereinstimmende Untersuchungsergebnisse zu fordern. Auch ist es vortheilhaft, sich zur Ueberprüfung der Weinanalyse der sog. Indicirungsmethode zu bedienen (s. Kayser, Zeitschr. anal. Chem. 1884, Bd. 23, pag. 313), nach welcher der gefundene Weinextrakt mit dem berechneten verglichen wird, den man durch Zusammenzählen der nichtflüchtigen Weinbestandtheile erhält, wobei man für die, meist nicht bestimmten, Gerb- und Farbstoffe und die stickstoffhaltigen Körper, einen Durchschnittswerth einsetzt. Man ersieht dann leicht, ob ein Bestimmungsfehler unterlaufen ist, oder ein wesentlicher, nichtflüchtiger Weinbestandtheil übersehen wurde.

Gesetze, Verordnungen und Vereinbarungen. Da die Meinungen darüber sehr getheilt sind, welche Weine man als Naturweine, welche als Kunstweine zu betrachten hat, in wie weit ferner eine künstliche Verbesserung oder Vermehrung des Weines berechtigt erscheint, welche Zusätze zum Weine zu gestatten, oder zu verbieten sind, da ferner die verschiedenen Arten der Weinuntersuchung nicht gleich gute Ergebnisse liefern und aus diesen wieder, je nach den Ansichten des Einzelnen sehr verschiedene Schlüsse gezogen werden können, so haben zunächst die Weinchemiker verschiedener Länder zur Regelung dieser und ähnlicher Fragen und Verhältnisse auf besonders hiezu einberufenen Versammlungen, freie Vereinbarungen getroffen und später sich auch die meisten Regierungen zur Einbringung diesbezüglicher Gesetze und Verordnungen veranlasst gesehen. Augenblicklich herrscht jedoch auf diesem Gebiete noch eine ziemliche Unfertigkeit und Bewegung und die hierhergehörige Gesetzgebung steht in den einzelnen Ländern noch auf sehr verschiedenen Stufen der Entwicklung.

Oesterreich besitzt ein Kunstweingesetz vom 21. Juni 1880 mit einer zugehörigen Verordnung vom 16. September 1880, während in Ungarn ein entsprechendes Gesetz noch nicht in Kraft getreten ist. Im Deutschen Reich ist bis jetzt der Motivenbericht zum Nahrungsmittelgesetz vom 14. Mai 1879 massgebend, doch in letzter Zeit ein besonderer Gesetzentwurf, betreffend den Verkehr mit Wein (Kunstweingesetz) eingebracht worden, der aber bis jetzt noch nicht in Wirksamkeit getreten ist (s. Veröffentl. d. kais. Gesundhamt. 1887, pag. 179 und 700; 1888, pag. 160). Ausserdem wurde auch vom kais. Gesundheitsamte in Berlin eine „Comission zur Vereinbarung einheitlicher Wein-Untersuchungsmethoden“ einberufen, welche vom 16—21. April 1884 tagte und deren Beschlüsse im Wesentlichen auch von den österreichischen und schweizer Weinchemikern angenommen wurden und daher auch hier (pag. 226 u. f.) vorwiegend Berücksichtigung fanden (s. Deutsch. Reichsanz. 1884, Nr. 152; Jahresber. f. Agriculturch. 1884, pag. 735; Borgmann, Anleitg. z. Anal. d. Weines, pag. 122 und 152; ferner K. Portele, Bericht üb. d. Beschlüsse d. österr. Weinchem. auf d. III. österr. Weinbau-Congress in Bozen vom 20—24. Sept. 1886. Bozen, Ferrari 1887; Beschlüsse d. Vereins schweiz. anal. Chem. zu Olten, 12. März 1887, Schweiz. Wochensch. f. Pharm. 1887 und Vierteljahrschr. üb. d. Fortschr. Chem. d. Nahrgs. und Genussm. 1887, pag. 271; ferner Nachtrag zu dies. Beschlüssen Chem.-Ztg. 1887, pag. 78). Von den verschiedenen, im deutschen Reiche gefassten Beschlüssen und Vereinbarungen sind noch erwähnenswerth die Beschlüsse der rheinischen Weinchemiker zu Neustadt und Mainz am 29. und 30. April und 8. Mai 1882 (Rep. anal. Chem. 1882; Jahrber. Agrikultchem. 1882, pag. 502) und die von C. Neubauer auf der 6. Versammlung des „deutschen Vereines für öffentliche Gesundheitspflege“ zu Dresden am 7. Septemb. 1878 aufgestellten und von der Versammlung angenommenen Sätze (deutsch. Vierteljahrschr. öffentl. Gesundhpflege, Bd. 11, Heft 1). Im Allgemeinen ist der Standpunkt, auf welchen sich die deutschen Gesetze stellen, weit strenger als in anderen Ländern. In Italien und Frankreich sind z. B. Zusätze von Zucker und Sprit bis zu einem gewissen Grade gestattet, während in Deutschland ein so bereitetes Getränk nicht mehr den Namen Wein führen darf. In Italien wurde der Begriff der Weinverfälschung und die Art der Weinanalyse durch das Gesetz vom 29. Novemb. 1887 festgestellt und am 7. Feber 1888 noch ein Gesetzentwurf zur Bekämpfung der Weinverfälschung eingebracht (Veröffentl. d. kais. Gesundhamt. 1888, pag. 133 und 253). In Frankreich besteht kein eigentliches Kunstweingesetz, sondern es gilt hier nur das allgemeine Nahrungs-

mittelgesetz vom 27. März 1851 und 5. Mai 1885, das aber nur sehr unvollkommen gehandhabt wird. Ausserdem bestehen nur noch Verordnungen über das Färben und Gypsen des Weines und das Mischen desselben mit Tresterwein aus den Jahren 1876, 1879 und 1880. Neuester Zeit sind ferner vom „Comité consultatif des arts et manufactures" Vorschriften über das bei der Weinanalyse zu befolgende Verfahren gegeben worden (Revue internation. scientif. et popul. des falsificat., Bd. 2, pag. 114). Spanien hat in letzter Zeit sehr umfassende Massregeln gegen die Kunstweinerzeugung und Weinverfälschung ergriffen. Eine vom Ministerium hiezu einberufene Commission hat diesen Gegenstand sehr gründlich behandelt, worauf durch Erlass vom 9. Decemb. 1887 20 Laboratorien für Weinkultur errichtet wurden und am 30. Jänner 1888 ein Gesetz gegen die Weinverfälschung verfügt wurde. Auch die Einfuhr von gefälschten Weinen oder Kunstweinen wird strenge überwacht (Veröffentl. d. kais. Gesundhamt. 1887, pag. 511; 1888, pag. 12, 158 und 203). Näheres über die einschlägigen Gesetze der verschiedenen Länder findet man in den Veröffentlichungen d. kais. Gesundheitsamtes und in der Revue internationale scientifique et populaire des Falsifications, Bd. 1 u. 2.

Die Wirkung des Weines auf den menschlichen Körper setzt sich zusammen aus den Wirkungen der einzelnen Bestandtheile desselben und ist daher auch bei den verschiedenen Weinarten wesentlich verschieden. Es ist in dieser Beziehung zu unterscheiden zwischen Weiss- und Rothweinen, leichten und schweren Weinen und zwischen zuckerarmen und Süssweinen. Die Weine sind Genussmittel und nur zuckerreiche Weine wirken nebenbei auch ernährend. Die wichtigsten wirksamen Bestandtheile des Weines sind: Alkohol, organische Säuren und deren Salze, Gerbstoff, der eisenhaltige Farbstoff des Rothweins, Zucker und die unbekannten Geruch- und Geschmacksstoffe. Der Alkohol erhöht die Gehirn- und die Herzthätigkeit, wodurch ein erhöhtes Wärme- und Kraftgefühl entsteht, das aber nur auf einer Täuschung beruht, da in Wirklichkeit die Bluttemperatur sinkt und die chemische Thätigkeit der Zellen herabgedrückt wird. Die Absonderung der Verdauungssäfte wird durch mässige Mengen Alkohol zwar unterstützt, die Verdauung selbst aber nach den Versuchen von R. Fleischer, M. Buchner und C. A. Gluzinski verzögert. Die Wirkungen der übrigen Weinbestandtheile sind weit unvollkommener bekannt. Rothweine werden wegen ihres Gerbstoff- und Eisengehaltes oft als Arzneimittel verordnet. Sambuc hat neuerer Zeit zu diesem Zweck einen, von einer amerikanischen Rebensorte stammenden Wein von la Seyne (Depart. Var) als ungewöhnlich eisenreich (0·11 Gr. Eisenoxyd im Liter) empfohlen (Journ. pharm. chim. 1887 pag. 344). Ueber die Wirkung des Glycerins sind die Ansichten noch sehr getheilt. Der Weinstein, die Weinsäure und die übrigen Säuren haben eine anregende und gelinde abführende Wirkung. Die Wirkung der übrigen Extraktivstoffe ist unbekannt. Das von Kayser in einem Weine aufgefundene Xanthin und Sarkin trägt vielleicht zur physiologischen Wirkung des Weines bei. Von den Geruchs- und Geschmacksstoffen nimmt man meist an, dass sie die Verdauung und Ernährung günstig beeinflussen. Da der aus Wein hergestellte Cognac jedoch höhere Alkohole enthält, deren schädliche Wirkung auf den Körper zweifellos ist, so dürften solche Körper wohl auch im Weine vorkommen. Uebermässiger Weingenuss erzeugt Rausch und Magenkatarrh; wird derselbe zur Gewohnheit, so entsteht dauernder Magenkatarrh, fettige Entartungen, Schwäche in der Thätigkeit des Herzens, der Muskeln und des Gehirns.

Statistik und wirthschaftliche Verhältnisse. Die Menge und Güte des auf der Erdoberfläche erzeugten Weines ist ungemein grossen Schwankungen ausgesetzt. Es liegt dies daran, dass die Erträge der Rebe wohl mehr als bei irgend einer anderen Kulturpflanze durch Witterungseinflüsse, Krankheiten, Schädlinge u. s. w., sowohl der Menge wie der Güte nach, beeinflusst werden. Daher liegt auch auf diesem Felde die Möglichkeit des Fortschrittes weit weniger in der Macht des Menschen als auf anderen Gebieten seiner Thätigkeit. Die gesammte jährliche Weinerzeugung der Erde wird von Babo im Durchschnitt auf etwa 140 Millionen Hektoliter im Werthe von mehr als 1 Milliarde Gulden geschätzt. Für das Jahr 1882 betrug nach Neumann-Spallart (Uebersichten der Weltwirthschaft) die Gesammtmenge des erzeugten Weines 113,899.410 Hl. In den letzten Jahren (1886—88) dürfte diese Zahl höchstens auf 120 Millionen gestiegen sein. Frankreich lieferte früher fast $^1/_3$ des gesammten Weines und war daher

das erste Weinland der Erde. Durch die Verheerungen der Reblaus hat sich dies jedoch wesentlich geändert. Noch bis zum Jahre 1885 lieferte Frankreich etwa $^1/_4$ des gesammten Weines, wurde aber 1886 von Italien und Spanien überflügelt, so dass es jetzt erst in dritter Reihe steht und Italien den ersten Rang einnimmt.

Die folgende Uebersicht zeigt die Durchschnittswerthe nach von Babo's Schätzung, welche dem Stand der Weinerzeugung vor den Reblausverheerungen entsprechen, ferner die Werthe für das Jahr 1882 nach Neumann-Spallart und die wichtigsten Angaben für das Jahr 1886.

	Durchschnittswerthe nach v. Babo	1882	1886
Frankreich	56·0 Mill. Hl.	45,053.000 Hl.	25,063.000 Hl.
Italien	27·0 „ „	27,538.650 „	35,564.900 „
Spanien	21·0 „ „	20,519.000 „	26,000.000 „
Oesterreich-Ungarn	14·0 „ „	7,852.000 „	10,000.000(?) „
Portugal	5·0 „ „	4,000.000 „	—
Deutschland	3·5 „ „	1,768.260 „	—
Schweiz	1·0 „ „	600.000 „	—
Griechenland	1·5 „ „	1,350.000 „	1,500.000 „
Russland	2·0 „ „	1,845.000 „	2,266.706 „
Türkei	1·0 „ „	—	332.000 „
Rumänien	0·7 „ „	1,000.000 „	—
Serbien	0·5 „ „	630.000 „	—
Belgien	—	1.500 „	—
Kleinasien, Persien und andere asiatische Gebiete	2·0 „ „	—	—
Algerien	0·3 „ „ (Algerien und Capland zusammen)	360.000 „	—
Capland	„ „	170.000 „	—
Vereinigte Staaten von N.-Amerika	1·0 „ „	1,140.000 „	—
Andere amerik. Staaten	0·2 „ „	—	—
Australien	0·1 „ „	72.000 „	136.000 „
	139·8 Mill. Hl.	113,899.410 Hl.	

Trotz der grossen Verluste Frankreichs ist die Weinausfuhr dieses Landes doch fast gar nicht zurückgegangen. Dies erklärt sich aus der bedeutend gesteigerten Einfuhr, welche hauptsächlich von Spanien, Portugal, Italien und Oesterreich-Ungarn bestritten wird und aus der beträchtlichen Steigerung der Herstellung von Trester- und Rosinenwein. So stieg die Einfuhr von 676.000 Hl. im Jahre 1876 auf 10,988.000 Hl. im Jahre 1886 und in diesem letzteren Jahre wurden 2,688.000 Hl. Tresterweine und 2,812.000 Hl. Rosinenweine hergestellt, zusammen 5,500.000 Hl. gegen 3,967.000 Hl. im Jahre 1885. In den ersten 10 Monaten des Jahres 1885 wurden zur Weinverbesserung und -Erzeugung 6,031.000 Kg. Rohrzucker verbraucht, während in der gleichen Zeit des Jahres 1886 bereits 27,410.000 Kg. hiezu erforderlich waren. Bordeaux führte im Jahre 1886 1,791.105 Hl. (nicht süsse) Weine ein und fast die gleiche Menge, nämlich 1,348.504 Hl. wieder aus. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass die letzteren als echte Bordeauxweine in den Handel kamen, obwohl sie grösstentheils aus Spanien, Portugal, Italien und Oesterreich-Ungarn stammten. Dass derartige Verhältnisse einen grossen Einfluss auf die Erzeugung von Rosinen, Zucker und Alkohol und auf den Handel mit diesen Waaren ausüben, ist leicht begreiflich. In den letztgenannten vier Ländern hat sich die Weinbereitung sowohl der Menge wie der Güte nach beträchtlich gehoben. Oesterreich-Ungarn führte in den Jahren 1856–60 durchschnittlich jährlich 106.175 M.-Ctr. Wein aus, in den Jahren 1881—85 457.272 M.-Ctr. Deutschland ist besonders durch die Weinbehandlung allen anderen Ländern überlegen. Neuerer Zeit hat sich auch Californien durch Reichthum an guten Weinen bekannt gemacht. Die Hauptmasse der russischen Weine stammt aus dem Kaukasus, Transkaukasien und der Krim. Griechenland und die Türkei haben noch eine sehr mangelhafte Weinbehandlung. Ueber die Zusammensetzung der Weine der verschiedenen Länder liegen zahlreiche Analysen vor. Zusammenstellungen derselben findet man in: König, Chemie d. menschlichen Nahrungs- u. Genussmittel, Bd. I und Babo u. Mach, Handb. d. Weinbaues u. d. Kellerwirth., Bd. II. Zur Bearbeitung einer Weinstatistik des deutschen Reiches wurde eine Körperschaft der hervorragendsten Weinchemiker gewählt, welche kürzlich über 1000 Analysen veröffentlicht hat (Zeitsch. analyt. Chem. 1888).

Die Menge des Schaumweines, welche alljährlich erzeugt wird, ist natürlich eine bedeutend geringere als jene des nicht schäumenden Weins. Die statistischen Angaben hierüber sind jedoch für die meisten Länder sehr mangelhaft. In Frankreich werden ungefähr 180.000 Hl. Wein zur Schaumweinerzeugung verwendet. Die Menge des erzeugten Schaumweines ist daselbst beständig im Zunehmen begriffen, obwohl der Absatz in letzter Zeit gesunken ist. 1879—80 war ein Vorrath von 68·5 Millionen Flaschen vorhanden, 16·5 Mill. Flaschen wurden in das Ausland versendet und 2·6 Mill. wurden in Frankreich selbst ver-

braucht. Für das Jahr 1885—86 waren die entsprechenden Zahlen 83·3 Mill., 14·9 Mill. und 2·5 Mill. Deutschland erzeugte im Jahre 1873 etwa 4 Mill., im Jahre 1880 etwa 6 Mill. Flaschen, welche Menge seither wieder beträchtlich gestiegen ist. Die Erzeugung der übrigen Länder ist eine weit geringere. Der in Europa erzeugte Schaumwein geht nicht nur in grossen Mengen nach Amerika, sondern auch nach Australien und Indien. Ausser dem Wein und Schaumwein bildet auch der Most, sowohl im frischen wie im eingedickten Zustande, sowie die frischen und getrockneten Trauben einen bedeutenden Handelsgegenstand. Portugal sendet ganze Schiffsladungen frischer Trauben nach London, Südfrankreich versieht die Schweizer Gasthöfe mit denselben und Oesterreich-Ungarn versendet seine Trauben bis nach Moskau und Petersburg. Die Hauptmasse der Rosinen liefert Griechenland, Spanien, Süditalien, Sicilien und Transkaukasien. Die Menge der jährlich in den Handel gelangenden trockenen Trauben dürfte sich auf 170 bis 180 Mill. Kg. belaufen. Der Wein spielt seit jeher eine wichtige Rolle bei der Besteuerung und in den Handelsverträgen. Die Weinsteuer ist schwierig zu überwachen und noch schwieriger dem Werthe des Weines anzupassen. Sie wird am zweckmässigsten bei den Händlern oder Wirthen erhoben.

Weinsorten. Die Zahl dieser ist eine ungeheuere. Man unterscheidet sie nach den Weinländern, nach den Erzeugungsorten und nach den Jahrgängen. Ferner unterscheidet man im Handel kleine, mittlere und grosse Weine, von denen die ersteren schwächer und minder fein, die letzteren stark und blumereich sind. Ueber die Unterscheidung der Weine nach ihrer Beschaffenheit s. oben pag. 561.

Die wichtigsten Handelssorten des Weines sind folgende: 1. Französische Weine. Bordeaux, roth und weiss. Die besten rothen sind: Pondac, Medoc, Chateau Margaux, Ch. Lafitte, Ch. Larose, Ch. Latour, Léonville u. s. w. Von den weissen sind am bekanntesten: Haute-Sauterne, Barsac, Sérous, Sauterne. Burgunder, meist roth, z. B. Clos de Vougeot, Romané, Chambertin, Pitoy, Perrière u. s. w. Champagner. Die nicht schäumenden Weine ausserhalb Frankreich wenig bekannt. Von den Schaumweinen stammen die besten aus der Gegend von Rheims (Bouzy, Verzy, Verzeney), Ay, Mareuil, Dizy, Epernay. Südfranzösische Weine, vielfach Muskateller, z. B. die weissen Muscat de Lunel, Frontignan, Rivesaltes, die rothen Hermitage, Muscat de Clermont, Lirac, Roussillon u. a. 2. Italienische Weine. Sie sind neuerer Zeit besser geworden. Die bekanntesten sind: Lacrymae Christi, Siracusa, Marsala, Vino d'Asti, Monte Pulciano, Fiorano, Vernaccio und die Veltiner Weine. 3. Spanische Weine. Die bekanntesten sind Xeres (eng. Sherry), Malaga, Pedro Ximenes, Peralta, Val de pennas, Alicante Benicarlo, Taragona, Priorato. Die Weine der canarischen Inseln gehen meist als Madeira. 4. Portugiesische Weine. Die berühmtesten sind der Portwein oder Oporto mit verschiedenen Sorten und der Madeira von der gleichnamigen Insel. 5. Ungarische Weine. Die berühmtesten sind: Tokayer, Menes Magyarat und Ruster. Sie kommen als süsse oder Ausbruchweine und herbe oder Tafelweine in den Handel. Die besten Weissweine sind ferner noch: Somlauer, Badaczonyer, Neszmelyer, Ermelleker, Ofener, Pester Steinbruch, Pressburger, Fünfkirchner u. s. w. Vorzügliche Rothweine sind: Erlauer, Villanyer, Szegszarder, Ofner-Adlersberger, Baranyer und Krassoer. 6. Oesterreichische Weine. Die besten sind die niederösterreichischen. Bekannt sind: Klosterneuburger, Vöslauer, Mödlinger, Nussdorfer, Gumpoldskirchner, Retzer. Die mährischen Weine sind geringer und wenig bekannt. Von den böhmischen sind die bekanntesten: Melniker, Tschernosecker und Berschkowitzer. Die steirischen Weine sind mittelgute Sorten. Die bekanntesten Rothweine sind Gonobitzer und Vinarier, die besten Weissweine: Luttenberger, Radkersburger, Pikerer, Sauritscher, Schnittsberger, Rittersberger u. s. w. Tiroler Weine. Bekanntere Sorten sind: Botzner, Trienter, Meraner, Brixner, Marzemino, Altpfeifer, Leitacher u. s. w. Dalmatien liefert grosse Mengen meist guter Weine. Die rothen sind besonders als Verschnittweine geschätzt und gesucht. In Oesterreich werden ferner noch Weine erzeugt in Voralberg, Krain, Görz, Istrien. 7. Deutsche Weine. Den ersten Rang nehmen die Rheinweine ein. Die berühmtesten sind: Schloss Johannisberger, Dorf Johannisberger, Steinberger, Rüdesheimer, Rauenthaler, Markobrunner, Vollrathsberger, Geisenheimer, Hochheimer. Sehr feine Weissweine sind noch: Scharlachberger, Niersteiner, Oppenheimer, Laubenheimer, Erbacher, Hattenheimer, Bodenberger, Gräfenberger. Die besten rheinischen Rothweine sind der Assmannshäuser und der Ingelheimer. Den Rheinweinen am nächsten stehend sind die Frankenweine oder Würzburger. Bekannt sind: Steinwein, Leistenwein, Heiligergeistwein (W. v. d. Harfe), Schalksberger, Wertheimer, Pfüllener, Neuberger, Kalmutwein u. s. w. Von den Pfälzerweinen und Hardtweinen sind berühmt die Liebfrauenmilch (bei Worms), ferner der Dürkheimer, Forster, Ruppertsberger, Deidesheimer, Ungsteiner, Hambacher, Edenkobener. Bekannte Moselweine sind: Brauneberger, Schwarzhofberger, Zeltinger, Pisporter u. s. w. Auch die Nahe-, Ahr- und Saarweine rechnet man meist zu den Moselweinen. Bekannte Neckarweine sind: Markgräfler, Türk-

heimer, Rensthaler, Weinsberger, Affenthaler, Zeller. Ferner sind noch zu nennen die Tauberweine, die Elsässer und Lothringer Weine und die geringwerthigen Elbweine, sowie die Saal- oder Naumburger Weine. 8. Schweizer Weine. Die bekanntesten sind: Yvorne, Treytorrens, Züricher, Martinacher, Reifthaler, Baseler Schweizerblut, Grignet. 9. Griechische Weine. Die besten Sorten sind: Santorinwein, Samos, Maphrodaphne, Kalliste, Vino di bacco, Korinther, Cyperwein. 10. Türkei und Kleinasien. Die Weine sind den griechischen ähnlich. Sie werden vielfach mit Harz, Mastix, Ladanum oder Terpentin versetzt und schmecken dann bitter. 11. Russland erzeugt seinen Wein in den südlichen, am schwarzen Meere gelegenen Gegenden, ferner südlich vom Kaukasus in Mingrelien und Georgien und in der Umgebung von Astrachan. Die besten Weine sind jene der Krim. 12. Das übrige Asien erzeugt hauptsächlich noch in Persien Wein. Berühmt ist der Wein von Schiraz und Hamadan. 13. Afrika hat Weinbau im Capland, Algerien, Marokko und auf den westafrikanischen Inseln (s. Spanien und Portugal). Der berühmteste Wein ist der Capwein. Die feinsten Sorten sind: Constantia, Rota, Cap Hock u. s. w. 14. Amerika erzeugt Wein im Staate Ohio, Missouri und besonders in Californien. In letzterem Lande sind hauptsächlich europäische Reben eingeführt, neuerer Zeit aber wegen der Reblaus vielfach durch amerikanische ersetzt. Die amerikanischen Reben haben meist einen unangenehmen Himbeergeschmack. In Südamerika wird etwas Wein in Brasilien, dem argentinischen Freistaate, in Chile und Peru gebaut. 15. Australien baut Wein in den Colonien Victoria, Neusüdwales, Queensland, Südaustralien und Westaustralien. Die Weine ähneln den spanischen.

Geschichte. Der Anbau der Rebe und die Gewinnung und Verwendung des Weines sind uralt. Die Alterthümer Egyptens weisen darauf hin, dass daselbst schon vor 5—6000 Jahren der Wein in Gebrauch war. Die Chinesen sollen schon 2000 Jahre v. Chr. Wein gebaut, jedoch um das Jahr 500 v. Chr. die Weinpflanzungen wieder völlig ausgerottet haben. Nach Brettschneider soll ihnen indess der Wein erst um das Jahr 122 n. Chr. bekannt geworden sein. Aus dem ungebundenen Vorkommen des Weines in Armenien, südlich vom Kaukasus und vom kaspischen See schliesst man gewöhnlich, dass er sich von dort aus verbreitet habe. In Europa war er sicher schon in vorgeschichtlicher Zeit vorhanden, wie daraus hervorgeht, dass man in den Pfahlbauten Oberitaliens und der Schweiz Weinkerne und in den Tuffen von Montpellier und Meyrague Weinblätter vorfand. Auch in Amerika muss der Weinstock heimisch sein, denn die Normannen fanden denselben schon vor 900 Jahren bei ihrer Entdeckung Amerikas in den dortigen Wäldern wildwachsend vor.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass sowohl Arier wie Semiten den Gebrauch des Weines schon in sehr alten Zeiten kannten und ihn in die Länder, in welche sie einwanderten, einführten. In Persien, Syrien, Kleinasien und Griechenland war Weinbau und Weingenuss schon in vorhomerischer Zeit bekannt, während Italien beide erst später kennen lernte. Die Karthager kannten schon um das Jahr 550 v. Ch. die Bereitung hochfeiner Ausleseweine und die Phönizier haben um die Ausbreitung des Weines in den Mittelmeerländern grosse Verdienste. Die Beliebtheit und Pflege des Weines bei den Griechen und Römern ist bekannt. Die Griechen setzten dem Weine, wie noch heute, häufig Harz zu und bewahrten ihn in irdenen Weinfässern und Ziegenschläuchen auf. Die Römer benützten zur Aufbewahrung ausser den Schläuchen auch Krüge (*amphora*). Von Griechenland und Italien gelangte die Rebe nach Spanien und Gallien. Nach Strabo brachten die Phocäer 600 v. Ch. die Weinrebe ins südliche Gallien, als sie daselbst Massilia (Marseille) gründeten. Doch sollen die Einwohner das Getränk schon gekannt haben, was nach den früher gemachten Angaben sehr wahrscheinlich ist. Kaiser Domitian liess die Hälfte der Reben in Gallien zerstören. Kaiser Probus hob das Gesetz wieder auf, verbreitete den Weinbau über Gallien und gründete ihn am Rhein und in Ungarn. Auch in Oesterreich, namentlich in Tirol muss um diese Zeit der Weinbau gegründet worden sein. Vielleich wurden dabei auch einheimische Rebensorten verwendet, deren Vorhandensein aus der Auffindung versteinerter Samen in Tertiärschichten der Rheingegenden folgt. Der gallische und rheinische Weinbau wurde namentlich durch Karl den Grossen sehr gehoben, der ungarische durch Bela II., welcher 1241 im Theissgebiet griechische Reben pflanzte. Allmälig breitete sich der Weinbau bis Königsberg und Tilsit aus, doch wurden alle Weinberge an der Weichsel im Winter 1437 vernichtet. Nach Madeira kam der Weinbau durch Heinrich den Seefahrer 1421, nach Teneriffa durch Alonzo de Lugo und nach dem Cap durch französische Hugenotten 1685. Nach Amerika wurde die europäische Rebe schon von den ersten Ansiedlern 1620 eingeführt, vermochte aber aus damals nicht bekannten Ursachen (Reblaus) nicht zu gedeihen. Es wird daher auch heute noch der Wein meist von einheimischen Arten gewonnen, welche im Jahre 1800 durch Schweizer veredelt wurden. Nach Australien endlich wurden 1837 rheinische Reben eingeführt.

Anhang. Obstweine und künstliche Weine.

Alkoholische Getränke, welche ungefähr so bereitet werden wie Wein und diesem mehr weniger ähnlich sind, können aus den verschiedensten zuckerhaltigen

Pflanzensäften, namentlich aus Fruchtsäften bereitet werden und werden auch thatsächlich auf der ganzen Erde hergestellt. Die meisten derselben haben nur örtliche Bedeutung. Von etwas grösserer Wichtigkeit ist nur der

Aepfelwein oder Cider (*cidre* — *cider*). Dieser wird in grösster Menge im nördlichen Frankreich erzeugt, ferner in England, am Rhein und Main namentlich in der Frankfurter Gegend, in Franken, Thüringen, Schwaben und in der Schweiz. Frankreich erzeugte in den letzten Jahren im Durchschnitt 12·7 Mill. Hektoliter und im Jahre 1885 sogar 19·9 Mill. Hl., von denen es durchschnittlich 15000 Hl. im Jahre ausführte. Auch England, das eine bedeutende Menge Aepfel erzeugt, verwandelt einen grossen Theil derselben in Aepfelwein. Der Aepfelwein wird sowohl aus Aepfeln wie aus Birnen und auch aus Gemengen beider hergestellt. Die Zusammensetzung desselben ist jener des Traubenweines sehr ähnlich. Die Bestandtheile sind: Alkohol, Zucker, Pektinstoffe, Gummi, Glycerin, Aepfelsäure, Weinsäure, Buttersäure, Essigsäure, Gerbsäure, Oxalsäure, Bernsteinsäure, Milchsäure, Esterarten (Riechstoffe) und Aschenbestandtheile. Weinsäure ist nur in geringen Mengen vorhanden und kann auch fehlen. Ausserdem enthält der Aepfelwein gewöhnlich erhebliche Mengen von Kohlensäure, da er meist sehr jung getrunken wird. Uebrigens werden bei der Erzeugung häufig auch Trauben mit verwendet oder es wird dem fertigen Wein nachträglich etwas Traubenwein zugesetzt, wodurch seine Zusammensetzung der des letzteren noch ähnlicher wird. Die Unterscheidung von Aepfelwein und Traubenwein durch die Analyse ist daher sehr schwierig und die bis jetzt angegebenen Unterschiede sind sehr unsicher. Analysen von Aepfelweinen findet man zusammengestellt bei König, Chem. d. Nahrgs.- und Genussmittel. In England und Norddeutschland werden durch künstliche Verbesserung Aepfelweine hergestellt, welche Traubenweine, insbesondere südliche und Schaumweine, gut nachahmen, während in Süddeutschland und Frankreich der Aepfelwein mehr die Rolle eines leichten, billigen und angenehmen Getränkes spielt.

Die Erzeugung des Aepfelweines geschieht fast genau so wie beim Traubenwein. Wichtig ist die Auswahl des Obstes. Viele Aepfelsorten geben schon für sich allein einen guten Wein, während Birnen allein selten ein gutes Getränk liefern. Meist werden daher Aepfel und Birnen gemengt. Im Allgemeinen sind alle säuerlich-süssen Aepfel und herbsüssen Birnen am besten zur Weinbereitung geeignet. Süsses Obst liefert ein wenig haltbares, sich rasch klärendes, aber fades Getränk, bitterlich-herbes dagegen ein sehr haltbares, angenehm schmeckendes Erzeugnis, weshalb es am besten ist, beide Arten Obst zu mischen. Kleinere und mittelgrosse Früchte eignen sich besser für die Obstweinbereitung als grosse. Das Fruchtfleisch darf noch nicht ganz reif sein, da sonst der Most leicht schleimig wird. Ueberreife oder mehlige Sorten sind ungeeignet. Sommer- oder Frühobst liefert einen angenehmen, aber wenig haltbaren Wein, Herbstobst ist am besten geeignet und Winterobst soll vor der Verwendung noch einige Wochen lagern. Das geerntete Obst wird entweder sogleich verarbeitet, oder bei ungenügender Reife mehrere Wochen oder selbst Monate im Freien, oder in Schupfen, oder luftigen Kammern in grösseren Haufen lagern gelassen. Vor der Zerkleinerung sind alle angefaulten, wurmstichigen und unreifen Früchte auszulesen und die übrigen sorgfältig mit Wasser zu waschen. Hierauf werden die verschiedenen Obstsorten in dem geeignetsten Verhältnis gemischt, was für die Güte und Feinheit des Getränkes von grosser Wichtigkeit ist. Jede Obstweingegend hat meist ihre besonderen, durch Erfahrung erworbenen Obstmischungen, welche sich in den Handbüchern verzeichnet finden. Die entsprechend gemischten Früchte werden nun zerkleinert, wobei sie aber nicht zu einem feinen Brei zerdrückt werden dürfen, da sich dieser schlecht pressen lässt und einen schleimigen Most liefert. Im Kleinen geschieht das Zerkleinern durch grobe Reibeisen oder durch hölzerne Stampfen in einem Troge. Im Grossen verwendet man an vielen Orten, z. B. in Oberösterreich, Würtemberg, in der Normandie und Champagne, Mahlsteine, welche in hölzernen, kreisförmigen Trögen

von 2—11^{m} Durchmesser um eine wagrechte, als Halbmesser im Troge befestigte Achse umlaufen und von Zugthieren bewegt werden. Bessere Dienste leisten Reibmaschinen wie sie zum Zerreiben von Kartoffeln und Runkelrüben verwendet werden, doch geben sie meist einen zu dünnen Brei. Gegenwärtig verwendet man immer mehr die Obstmühlen, namentlich ist die Frankfurter und Hohenheimer Mühle sehr verbreitet. Sie sind ganz ähnlich gebaut wie die Traubenmühlen, besitzen meist steinerne Walzen und eine mit Zähnen oder Messern besetzte Zuführungswalze. Sehr häufig setzt man während dem Zerkleinern Wasser zu, wodurch die Arbeit erleichtert, der Fruchtbrei besser ausgelaugt, aber der Wein verschlechtert wird. In vielen Gegenden wird die zerquetschte Obstmasse kürzere oder längere Zeit liegen gelassen, bevor sie zum Pressen kommt, was man als Aufnehmenlassen bezeichnet. Der Most soll dadurch süsser werden, indem noch vorhandene Stärke in Zucker übergeht und an Farbe und Riechstoffen gewinnen. Besonders vortheilhaft ist das Aufnehmenlassen für schlecht gereiftes Winterobst. In England wird zur Erzeugung feinen Aepfelweines das gemahlene Obst abgepresst, der Brei dünn ausgebreitet, unter häufigem Umarbeiten 24 Stunden der Luft ausgesetzt, dann wieder gemahlen, mit dem ausgepressten Saft wieder vereinigt, und abermals gekeltert. Das Aufnehmenlassen muss jedoch stets mit Vorsicht geschehen, da hiebei leicht Essigbildung eintritt, was um so leichter geschieht, je zuckerreicher und säureärmer der Most ist. Bei längerem Stehen bringt man daher den Brei am besten in Fässer oder Bottiche mit Senkböden, wie sie beim Gähren von Rothweinmaische verwendet werden. Das Auspressen des Obstbreies geschieht in gewöhnlichen Weinpressen. Man schlägt ihn dabei meist in Presssäcke oder Presstücher ein. Statt durch Keltern gewinnt Hauchecorne den Most durch Verdrängung („déplacement"), indem er den Brei in einem Bottiche stehen lässt, vor dessen am Boden befindliche Oeffnung etwas Stroh gelegt ist, den Saft nach einiger Zeit abzieht, den rückständigen Brei mit Wasser befeuchtet, abermals abzieht und dies nochmals wiederholt. Man erspart so die Presse und das Pressen, erhält einen klaren Most, der aber auch nicht unbeträchtlich verdünnt ist. Man kann auch das Verfahren des Pressens mit dem der Verdrängung vereinigen. Der durch Pressen erhaltene Most ist meist sehr trübe. Er wird daher geseiht oder auch durch Absitzenlassen geklärt. Die Pressrückstände werden als Düngemittel oder als Viehfutter verwendet, wozu sie sich besonders im gedämpften Zustande eignen. Der erhaltene Most kann in der gleichen Weise verbessert werden wie der Traubenmost. Besonders zweckmässig ist das Gallisiren. Auch setzt man eingekochten Most, besonders Birnenmost, sowie Zucker zu, wodurch er alkoholreicher und haltbarer wird, seinen faden Geschmack verliert und eine schönere Farbe erhält. Solche Weine färbt man auch mit Klatschmohn, Heidelbeeren oder Caramel, verdeckt ihren Obstgeschmack mit Hollunderblüthen u. s. w. Häufig setzt man dem Moste auch Weinstein zu oder lässt denselben auf den Trestern von weissen oder sehr dunklen blauen Trauben vergähren. Statt Zucker setzt man auch Alkohol zu, oder man verwendet Rosinen. Aus den Pressrückständen kann man mit Hilfe von Zuckerwasser noch einen ganz guten Nachwein bereiten. Der Verlauf und die Durchführung der Gährung erfolgt beim Obstweine genau so wie beim Traubenweine. Der fertige Wein wird meist aus Fässern verzapft und rasch verbraucht, da er nicht sehr haltbar ist. Ist er jedoch genügend alkoholhaltig, so kann er sich viele Jahre halten. Er wird dann mitunter auch auf Flaschen gezogen, ja selbst zur Erzeugung von Schaumwein verwendet.

Andere Obstweine. Sehr häufig werden Johannisbeeren zur Weinbereitung benützt und zwar sowohl weisse wie rothe und schwarze. Der aus den rothen bereitete Wein heisst Korrianenwein, der aus den schwarzen hergestellte führt in Holland den Namen Kent- oder Gazlewein. Stachelbeerwein wird namentlich in England *(gooseberry-wine)* und in Schweden (Baiewein) erzeugt. In Russland stellt man Weine aus Heidelbeeren, Preisselbeeren, Sumpfbrombeeren *(Rubus Chamaemorus)* und Ebereschen dar. Heidelbeerwein wird neuerer Zeit auch in Deutschland in grösserer Menge hergestellt, nachdem er durch Fromm in Frankfurt a. M. zuerst eingeführt worden war. Er

gleicht am meisten dem Rothwein, ist rasch beliebt geworden, wird auch als Krankenwein, und selbst zur Herstellung von Schaumwein verwendet. Himbeeren, Erdbeeren, Moosbeeren *(Oxycoccus)*, Hollunderbeeren, Vogelbeeren u. s. w. werden seltener zur Weinbereitung herangezogen. Dagegen sind Kirschen, Zwetschen, Pflaumen, Pfirsiche, Aprikosen u. a. Steinobstarten zur Weinbereitung sehr gut geeignet, noch besser aber eignen sie sich als Zusatz bei der Darstellung von Aepfelwein. In Polen bereitet man aus Kirschsaft und Honig den Wischniak, aus Himbeeren und Honig den Malinnik.

Weinartige Getränke aus anderen Pflanzensäften werden in grosser Zahl in den verschiedensten Gegenden der Erde erzeugt. Honigwein oder Meth wird in ziemlich bedeutenden Mengen in Russland, Polen, Posen, Galizien u. a. O. hergestellt und verbraucht. Birken- und Ahornwein macht man aus dem Frühjahrssaft dieser Bäume, namentlich in einigen Gegenden Norddeutschlands, in Livland und Lithauen, sowie im Harz. Palmwein wird von den Arabern aus dem Safte der mindestens 40 Jahre alten Dattelpalme gewonnen, während in Ostindien der Saft der Kokospalme zu diesem Zwecke verwendet wird. Zuckerrohrwein wird aus dem Safte des Zuckerrohrs erzeugt und auch die Zuckerrübe wird für sich, oder mit Aepfeln und Birnen auf Wein verarbeitet. In Mittelamerika wird aus dem Safte einer Spielart von Agave americana ein weinartiges Getränk hergestellt, das die Namen Pulque fuerte, Met oder Magney führt.

Die Kunstweine im engsten Wortsinne, d. h. weinartige Getränke, welche ohne Zuhilfenahme von Traubensaft aus den verschiedensten Stoffen hergestellt werden, schliessen sich nach ihrer Bereitungsweise und Beschaffenheit an die vorgenannten Getränke am besten an. Erfahrungsgemäss finden zur Darstellung dieser Kunstweine folgende Stoffe Verwendung: Wasser, Alkohol (oder Branntwein), Rohrzucker, Stärkezucker, Honig oder andere zuckerreiche Stoffe, namentlich Rosinen, Glycerin, Weinstein, Weinsäure, andere Pflanzensäuren, Pflanzentheile welche solche enthalten, arabisches Gummi, Gerbsäure, gerbstoffhaltige Rohstoffe wie Catechu und Kino, fremde Farbstoffe, Esterarten, allerhand Riechstoffe, unorganische Salze, Salicylsäure, vielleicht auch Saccharin u. s. w. Häufig werden solche Flüssigkeiten auch mit Obstwein gemengt oder es werden ihnen Fruchtsäfte, z. B. Kirschsaft zugesetzt. Auch verwendet man bei ihrer Herstellung getrocknete Früchte, wie Dörrobst, Feigen, Datteln, Johannisbrod, Tamarinden u. s. w. Einen ziemlich guten Einblick in das Treiben der Kunstweinerzeuger erhält man aus den Veröffentlichungen des kais. Gesundheitsamtes in Berlin, sowie aus J. Beyse, Kellerbüchl. d. wohlerfahrenen Weinwirthes unserer Zeit, Hartleben.

Literatur. 1. Weinbau und Rebenkunde. Babo, d. Weinstock u. s. Varietäten, Frankfurt 1857. Kohler, d. Weinstock u. d. Wein, Aarau 1869. Göthe, Atlas der für den Weinbau Deutschlands und Oesterreichs werthvollsten Traubensorten, Wien 1873—76. Göthe, Handbuch d. Ampelographie, Graz 1878. Göthe, d. Weingarten, Wien 1873. Marek, d. rationelle Weinbau, Weimar 1870. Rubens, d. Winzerbuch, Hannover 1875. Regner, d. Weinbau, Wien 1876. Odart, Ampélographie universelle, Paris 1862. Jullien, Topographie de tous les vignobles connus, Paris 1871. Poulliat et Mas, Le vignoble, Paris 1874—75. Planchon, Les vignes americaines, Paris 1875. Quyot, Les vignobles de la France, Paris 1876. — 2. Kellerwirthschaft, allgem. Werke, Weinchemie u. s. w. Balling, d. Weinbereitung, Prag 1855. Mulder, Chemie d. Weines, Leipzig 1856. Gillon, Classification d. bekanntesten u. beliebtesten Weine, Ruhrort 1859. Nessler, d. Wein, Chemnitz 1866. Le Canu, Etudes sur les raisins et leurs produits, Paris 1868. Mohr, der Weinstock u. d. Wein, Koblenz 1864. Pohl, Behelfe zum Gallisiren, Wien 1863. Neubauer, Chemie d. Weines, Wiesbaden 1870. Pasteur, Etudes sur le vin, Paris 1873. Hellenthal, Hilfsbuch f. Weinbesitzer, Wien 1873. Hamm, d. Weinbuch, Leipzig 1874. Bersch, d. Krankheiten d. Weines, Wien 1873. Köller, Ueber rationelle Verwerthung d. Weinrückstände, Wien 1872. Maier, d. Ausbrüche, Sekte u. Südweine, Wien 1875. Bibliotheca änologica, Heidelberg 1875. Beyse, Katechismus d. Kellerwirthsch., Wien, Hartleben. Dal Piaz, Verwerthung. d. Weinrückstände, Wien 1877. Dal Piaz, Weinbereitung u. Kellerwirthsch., Wien 1878. Dal Piaz, Conservirung v. Wein u. Most, Wien 1878. Bersch, d. Wein u. sein Wesen, Wien 1878. Kohler, Weinbau u. Weinbehandlung, Aarau 1878. Dahlen, d. Weinbereitung, Braunschweig 1878. Robinet, Utilisation des residus de la vigne, Eperney 1878. Roth, Weinbereitung und Weinchemie, Heidelberg 1878. Regner, Bereitung der Schaumweine, Wien 1879. Karl Braun, d. Champagner, Leipzig 1881. Babo u. Mach, Handbuch d. Weinbaues u. d. Kellerwirthschaft, Berlin 1881—83. — 3. Analyse. Barth, d. Weinanalyse; Leipzig, Voss, 1884. Borgmann, Anleitung z. chem. Analyse d. Weines, Wiesbaden 1884. — 4. Geschichte. Carlowitz, Versuch einer Culturgeschichte d. Weinbaues, Leipzig 1846. Schulze, Geschichte d. Weines u. d. Trinkgelage, Berlin 1867. De Candolle, d. Ursprung d. Culturpflanzen, deutsch v. Götze, Leipzig 1884. — 5. Zeitschriften. Annal. d. Oenologie v. Blankenhorn u. Rösler, Heidelberg. Allgem. Wein-Revue. Allgem. Wein-Zeitung. Ampelographische Berichte. Bolletino di viticoltora. Der Weingrossist, Magdeburg. Der Wein-Merkur. Der Weinbau. Deutsche Weinzeitung. La Sicile vinicole. La vite ed il vino. Le Moniteur vinicole, Paris. Le Repert. prat. d. vins. Mittheilungen der k. k. Versuchsstation für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg bei

Wien, herausgegeben v. Rösler, Wien. Oenologischer Jahresbericht seit 1880 (früher ein Theil d. Jahresber. f. Agriculturchemie), Berlin. Oesterreich.-ungar. Wein- und Agriculturzeitung, Wien. Relatione dei lavori della stazione enologica d'Asti. Schweizerische Monatsschr. f. Obst- u. Weinbau. Weinlaube. Weinhalle. — 6. Obstwein. Gräger, d. Obstweinkunde, Weimar 1872. Ilgen, Rationelle Obstweinbereitung, Kaiserslautern 1880. Lucas, d. Cider oder Obstwein, Stuttgart 1881. Böttner, d. Obstweinbereitung, Frankfurt a. O. 1884. *Fr. Reinitzer.*

Weinblau, Weinfarbstoff, Oenocyanin, s. b. Wein X pag. 559 und 624.

Weinbeeröl, vgl. Cognacöl II pag. 373, s. a. Wein X pag. 624.

Weinessig, s. Essig III pag. 294, vgl. a. Wein X pag. 624.

Weinfuselöl, s. m. Drusenöl, Oenanthäther, s. Cognacöl II pag. 373, s. a. Wein.

Weinkernöl, d. i. das fette Oel der Weinbeeren, bez. Traubenkerne, s. Traubenkernöl IX pag. 626, s. a. Wein.

Weingeist, s. Alkohol I pag. 94, s. a. Branntweinbrennerei I pag. 739.

Weingeistfirnisse und **Weingeistlacke**, s. b. Firniss III pag. 491.

Weingeistlampen, s. Lampen V pag. 277.

Weingeistthermometer, s. Alkoholthermometer, s. b. Wärmemessung X pag. 186.

Weinhefe, Druse, s. b. Wein X pag. 619.

Weinmannia-Rinde, Curtidor Rinde. Unter diesem Namen kommen seit einigen Jahren die Rinden mehrerer Steinbrech-Arten (Saxifrageen), speciell die Rinden von *Weinmannia curtidor* (*Weinmannia glabra*), *Weinmannia makrostachys* u. a. als Gerbrinden in den Handel.

Die genannten Stammpflanzen der Weinmannia-Rinden sind mächtige, in den Urwäldern von Südamerika (namentlich Venezuela), dann aber auch auf der Insel Réunion häufiger vorkommende Bäume. Die Rinde bildet flache, 4—8mm dicke, aussen mit einer nur sehr schwachen Korkschichte bekleidete Stücke, von aussen weisslichgrauer, innen rothbrauner Farbe. Die äussere Oberfläche erweist sich mit spärlichen, biegsamen Schuppen besetzt, welche von feinen Längsrissen durchsetzt sind und zugleich wulstige Querrisse zeigen, während die Innenfläche parallelrissig und mit zahlreichen, etwa 1mm langen, dunklen Längsstrichelchen bedeckt erscheint. Der Bruch ist gegen die äussere Oberfläche zu feinkörnig glatt, gegen die Innenseite zu uneben grobsplittrig. Die Rinde ist übrigens sehr leicht, ziemlich weich und leicht zerreiblich. Sie enthält 10—12 Proc. eines eisenbläuenden Gerbstoffes (vgl. Pappelbaum, deutsche Gerber-Zeitung 1881). *Gtl.*

Weinmost, s. b. Wein X pag. 575.

Weinöl, s. m. Drusenöl, s. Cognacöl II pag. 373.

Weinöl leichtes, s. b. Weinöl schweres.

Weinöl schweres. Bei der Aethergewinnung aus Alkohol und Schwefelsäure (s. Aether I pag. 50) destillirt zuletzt bei höherer Temperatur ein Oel über, welches ein Gemenge von Schwefelsäure-Aethylester mit ungesättigten Kohlenwasserstoffen ist. Dasselbe Product entsteht auch bei der trockenen Destillation von ätherschwefelsaurem Calcium und bei der Einwirkung von wasserfreier Schwefelsäure auf Aether.

Dieses, früher als schweres Weinöl, ätherschwefelsaures Aetheryl, schwefelsaures Aetherin und weinschwefelsaures Weinöl bezeichnete Product stellt ein farbloses, aromatisch riechendes und kühlend schmeckendes Oel vom spec. Gew. 1·135 dar, das sich im Alkohol und Aether unverändert löst, mit Wasser geschüttelt oder gekocht an dieses aber Aethylschwefelsäure abgibt und ein auch als leichtes oder süsses Weinöl oder Aetheröl bezeichnetes Gemenge von theils flüssigen, theils in diesen gelösten festen Kohlenwasserstoffen aus der Gruppe der Alkylene (C_nH_{2n}) abscheidet. Bei der Abkühlung scheiden sich aus dieser Flüssigkeit säulenförmige, farblose Krystalle aus, welche der Formel $C_{16}H_{32}$? entsprechen, bei 110° C. schmelzen und bei 260° C. sieden. Sie sind unlöslich in

Wasser aber löslich in Alkohol und bilden den früher als Aetherin bezeichneten Körper. Das von den Krystallen getrennte Oel ist gelblich, siedet bei 280° C. und hat das spec. Gew. = 0·921. Es wird bei —35° fest (vgl. Berzelius, Jahresber. 9 pag. 252, vgl. a. Serullas, Ann. chim. (2) 39 pag. 152. *Gtl.*

Weinöl süsses, s. b. Weinöl schweres.

Weinpressen, s. Pressen VII pag. 39.

Weinprobe, Hahnemann'sche Probe, d. i. die von Hahnemann zuerst vorgeschlagene Prüfungsmethode für Wein auf eine Verfälschung mit Bleizucker, durch Versetzen des Weines mit einer Lösung von Schwefelleber, vgl. Wein. *Gtl.*

Weinsäure, Weinsteinsäure (*acide tartarique — tartaric acid*), Tartersäure (*acidum tartaricum, sal essentiale tartari*), Dioxybernsteinsäure. Mit diesem Namen bezeichnete man ursprünglich die aus dem Weinstein, d. i. den aus gährendem Weine sich abscheidenden Krystallen des sog. sauren weinsauren Kalis dargestellte Säure von der Formel $C_4H_6O_6$. Seit dem Bekanntwerden der Thatsache, dass mehrere einander sehr ähnliche Säuren derselben Formel bestehen, hat man die im Traubensafte vorkommenden beiden isomeren Säuren in Traubensäure oder Paraweinsäure und Weinsäure unterschieden, und die Weinsäure selbst zum Unterschiede von einer ihr völlig gleichkommenden, aber ein anderes optisches Verhalten zeigenden Säure, welche aus Traubensäure erhalten werden kann, als Rechtsweinsäure, gewöhnliche Weinsäure oder Dextroweinsäure bezeichnet, während die andere isomere Säure mit dem Namen Linksweinsäure oder Antiweinsäure bezeichnet wurde.

Die gewöhnliche oder Rechtsweinsäure (Dextroweinsäure) ist eine im Pflanzenreiche sehr verbreitete Säure. Sie findet sich sowohl frei, als auch in Gestalt ihrer Salze, namentlich des sauren Kaliumsalzes und Calciumsalzes in den verschiedensten Früchten, insbesondere in den Trauben der Vogelbeeren, der Tamarindenfrucht, in geringerer Menge in manchen Blättern, in Wurzeln, Rinden und Hölzern. Künstlich entsteht sie auf verschiedenen Wegen. So namentlich bei der Oxydation von Milchzucker mit Salpetersäure neben Traubensäure, ebenso bei der Oxydation von Rohrzucker, Gummi, Sorbin, Glukose und Stärke mit Salpetersäure.

Man stellt sie fabriksmässig aus dem Weinstein, sowie aus der Weinhefe, welche meist reichliche Mengen von Weinstein beigemengt enthält, dar, indem man den rohen Weinstein, der ein Gemenge von saurem weinsaurem Kali mit Farbstoff, Hefezellen, Pflanzenschleim und verschiedenen mechanischen Verunreinigungen des Rebensaftes ist, die sich beim Lagern des Weines allmälig abscheiden, zunächst durch Umkrystallisiren aus kochendem Wasser reinigt und denselben hierauf durch Kochen mit kohlensaurem Kalk oder mit Kalkmilch zersetzt, wobei sich neutrales weinsaures Kali bildet, während die Hälfte der Weinsäure als weinsaurer Kalk abgeschieden wird. Die hiebei resultirende Lösung von neutralem weinsaurem Kali versetzt man sodann mit der erforderlichen Menge von Chlorcalcium und fällt hiedurch die zweite Hälfte der Weinsäure gleichfalls als neutrales Kalksalz, so dass man endlich die Weinsäure fast vollständig in Form des schwerlöslichen Kalksalzes abgeschieden hat.

Das in solcher Weise erhaltene Kalksalz wird gewaschen und hierauf mit einem geringen Ueberschusse von Schwefelsäure zersetzt, wobei man die Masse auf eine Temperatur von circa 75° C. erhitzt. Hiebei bildet sich schwerlöslicher schwefelsaurer Kalk (Gyps), während die freie Weinsäure in die Lösung geht. Diese von dem abgeschiedenen Gyps getrennte Lösung wird zunächst durch Eindampfen in Bleipfannen oder zur Vermeidung der Bildung von Traubensäure und Metaweinsäure im Vacuum concentrirt und nach Erreichung des erforderlichen Concentrationsgrades zur Krystallisation in einen kühlen Raum gebracht. Die nach längerer Ruhe abgeschiedenen Krystalle werden durch Ausschleudern in Centrifugen von der Mutterlauge getrennt, die Mutterlauge weiter eingeengt, abermals zur Krystallisation gebracht, die zweite unreine Partie der Krystalle wieder durch Centrifugiren von der Mutterlauge getrennt und diese nach neuerlichem Einengen nochmals krystallisiren lassen, wobei noch eine Partie von Krystallen gewonnen werden kann, während die nun fallende Mutterlauge meist schon so unrein und dunkelfärbig ist, dass sie nicht mehr mit Vortheil zur Gewinnung weiterer Krystalle verwendet werden kann, sondern durch Neutralisiren mit kohlensaurem Kalk oder Kalkmilch wieder auf weinsauren Kalk verarbeitet wird, der wieder der Zersetzung zugeführt wird.

Die gewonnenen Rohkrystalle der Weinsäure, die zumeist, namentlich jene der zweiten und dritten Krystallisation, ziemlich stark gefärbt sind, werden nun, behufs ihrer Reinigung,

in warmen Wasser gelöst, die Lösung durch Filtriren über Thierkohle entfärbt und die so resultirenden ziemlich farblosen Lösungen bis zum Krystallisationspunkte eingeengt und nach dem Zusatze von etwas Schwefelsäure zur Krystallisation gestellt. Man erhält so, bei langsamer Krystallisation, grosse wasserhelle Krystalle, die zwar nicht völlig rein, sondern gewöhnlich durch Spuren von Schwefelsäure und Blei verunreinigt sind, aber als gewöhnliche Handelswaare directe verwendbar sind. Der Zusatz von etwas Schwefelsäure zu den Laugen ist wesentlich, weil sich andernfalls grosse Krystalle nur sehr schwer erhalten lassen. Um völlig reine Säure zu erhalten, müssen die Krystalle der Handelswaare durch wiederholtes Umkrystallisiren aus heissem Wasser gereinigt werden.

Für die Gewinnung von Weinsäure aus Weinhefe wird diese zunächst durch Destillation von dem Rückhalte an Alkohol und Weinöl befreit und der Destillationsrückstand hierauf in verdünnter Salzsäure durch Erwärmen gelöst, worauf die Lösung filtrirt und das Filtrat sodann mit kohlensaurem Kalk neutralisirt wird, wobei die Weinsäure als weinsaurer Kalk gefällt wird, der nach dem Abfiltriren und Waschen in gleicher Weise, wie oben besprochen, weiter auf Weinsäure verarbeitet werden kann.

An Stelle von kohlensaurem Kalk kann man zur Abscheidung der Weinsäure aus dem Weinstein oder der Weinhefenlösung auch kohlensauren Baryt und Chlorbarium verwenden, und erhält sodann weinsaures Barium, das in Wasser schwerer löslich ist als weinsaurer Kalk und durch Zersetzen mit Schwefelsäure directe eine wesentlich reinere Weinsäurelauge liefert.

Die reine Weinsäure bildet farblose, säulenförmige Krystalle des monoklinen Systems vom spec. Gew. 1·764, die sich leicht in Wasser, etwas schwerer in Alkohol, fast nicht in Aether lösen. Ihre wässrige Lösung schmeckt und reagirt stark sauer. 100 Thl. Wasser lösen bei 22^0 C. 136·6 Gew.-Thl. Weinsäure, bei höherer Temperatur löst sie sich weit reichlicher. Das spec. Gew. einer kalt gesättigten Weinsäurelösung ist = 1·325. 100 Thl. absol. Alkohol lösen bei 15^0 C. 20·38 Thl. Weinsäure, 100 Thl. Alkohol von 80 Proc. bei 15^0 C. 48·54 Thl. Weinsäure. Der Geschmack der reinen Weinsäure ist rein und angenehm sauer. Die Krystalle schmelzen bei 135^0 C., wobei die Weinsäure in die isomere Metaweinsäure übergeht, bei weiterem Erhitzen bis auf 140—150^0 entweicht ein halbes Molekül Wasser und es entsteht ein Weinsäureanhydrid, die Ditartrylsäure oder Tartralsäure, beziehungsweise bei weiterem Erhitzen das lösliche Weinsäureanhydrid (Tartrelsäure) und das unlösliche Weinsäureanhydrid. Bei starkem Erhitzen verkohlt sie unter Entwicklung brennbarer Dämpfe und der Verbreitung eines Geruches nach gebranntem Zucker. Trocken destillirt liefert sie Brenztraubensäure, Brenzweinsäure, Uvinsäure und Essigsäure neben Ameisensäure, Aceton, Aldehyd, Kohlensäure und Kohlenoxyd, sowie eine geringe Menge von Dipyrotartraceton ($C_8H_{12}O_2$), der eine bei 230^0 C. siedende, aromatisch riechende Flüssigkeit darstellt.

Charakteristisch für die Rechtsweinsäure ist ihr optisches Drehungsvermögen. Eine wässrige Lösung der Säure dreht die Polarisationsebene nach rechts. Das specifische Drehungsvermögen für gelbes Licht ist nach Landolt für p Grm. Weinsäure in 100^{cc} Wasser von 15^0 C. gelöst = 15·06—0·131 × p. Mineralsäuren vermindern das Drehungsvermögen der Weinsäure und in einem Gemische von wasserfreiem Aether und Alkohol gelöst, zeigt sie sogar eine schwache Linksdrehung.

Die Krystalle der Weinsäure sind stark pyroelektrisch und leuchten beim Reiben oder Erwärmen im Dunkeln ziemlich stark.

Die chemische Constitution der Weinsäure kann durch das Schema

$$\begin{array}{c} CH(OH)COOH \\ | \\ CH(OH)COOH \end{array}$$

ausgedrückt werden, wonach sie als ein Abkömmling der Bernsteinsäure

$$\begin{array}{c} CH_2COOH \\ | \\ CH_2COOH \end{array}$$

erscheint, in welcher zwei Wasserstoffatome des Aethylencomplexes $\begin{array}{c} CH_2 \\ | \\ CH_2 \end{array}$ durch zwei

OH-Gruppen vertreten sind (daher Dioxybernsteinsäure). Sie ist eine stark zweibasische aber vieratomige Säure, soferne ausser dem Wasserstoff der beiden *COOH* Gruppen auch die Wasserstoffatome der beiden *OH*-Gruppen, letztere freilich wesentlich schwerer, durch Metallatome vertretbar sind. Sie liefert demnach zwei Reihen von Salzen, neutrale weinsaure Salze oder Tartrate von der allgemeinen Formel $C_2H_4(OH)^2(COOM)^2$ und saure weinsaure Salze oder Bitartrate von der Formel $C_2H_4(OH)^2COOHCOOM$. Dem Gehalte an den beiden an die C_2H_4-Gruppe gebundenen Hydroxylgruppen verdankt sie ihre Neigung sich gleich einem Alkohol mit Säuren zu verbinden. Andererseits liefert sie durch Vertretung der beiden Wasserstoffatome der *COOH*-Gruppen durch verschiedene Metalle Doppelsalze, ferner auch basische Salze, welche durch gleichzeitige Vertretung des Wasserstoffs der *COOH*-Gruppen und des Wasserstoffs der *OH*-Gruppen durch Metallatome entstehen und liefert endlich mit Antimon und anderen dreiwerthigen Elementen eine eigenthümliche Art von Doppeltartraten, die als Abkömmlinge einer, durch Vertretung des Wasserstoffs der *COOH*-Gruppen durch das dreiwerthige Element, das selbst noch eine *OH*-Gruppe bindet, entstandenen einwerthigen gepaarten Säure angesehen werden können (s. unten).

Die wichtigsten Salze der Weinsäure sind folgende:

Das neutrale weinsaure Kalium (normales Kaliumtartrat) *tartarus tartarisatus, tartarus solubilis (Samech Paracelsi)*, durch Neutralisation von Weinsäure oder von gereinigtem Weinstein mit kohlensaurem Kali darstellbar, entsteht auch neben weinsaurem Kalk beim Neutralisiren von Weinstein mit Kalk. Es bildet sehr leicht lösliche, farblose Kryställchen, oder durch Eindampfen der Lösung zur Trockene erhalten, ein weisses Pulver, das der Formel $C_4H_4O_6K_2 + \frac{1}{2}H_2O$ entsprechend zusammengesetzt ist. Er schmeckt salzig bitterlich, zieht aus der Luft leicht Feuchtigkeit an und zersetzt sich in wässriger Lösung leicht. Man verwendet es als schwach solvirendes Arzneimittel, sowie zu Zwecken der Weinverbesserung u. z. speciell zur Entsäuerung des Weines, indem es die freie Weinsäure durch Bildung von schwerlöslichem Weinstein z. Thl. abzuscheiden gestattet.

Das saure weinsaure Kalium, Kaliumbitartrat, saures Kaliumtartrat, Weinstein *(Tartarus)* bildet sich bei theilweiser Neutralisation der Weinsäure mit kohlensaurem Kali und entsteht auch beim Versetzen des neutralen Salzes mit einer stärkeren Säure. Es bildet den Hauptbestandtheil der beim Lagern des Weines sich abscheidenden harten krystallinischen Krusten (Rohweinstein, *tartarus crudus*) und ist ferner in erheblicher Menge in der Weinhefe enthalten (s. Wein, pag. 623). Man stellt es im Grossen aus dem Rohweinstein durch Umkrystallisiren desselben aus heissem Wasser unter gleichzeitiger Entfärbung der Lösung durch Zusatz von Thon und Eiweiss dar, oder erhält es, indem man den Rohweinstein in warmer Salzsäure löst und die Lösung erkalten lässt oder in heisser Sodalösung auflöst, die Lösung filtrirt und sodann durch Zusatz von Salzsäure das schwerlösliche saure Kaliumsalz wieder ausfällt und das abgeschiedene Krystallmehl nach dem Waschen mit kaltem Wasser aus siedend heissem Wasser umkrystallisirt. Das so erhaltene rein weisse Salz (Weinsteinrahm, *cremor tartari, crystalli tartari*) bildet kleine, harte, rhombisch-säulenförmige Krystalle, welche sauer reagiren und säuerlich schmecken. Er ist in 200 Thl. kaltem und 15 Thl. siedendem Wasser löslich, unlöslich in Alkohol. Seine wässrige Lösung zersetzt sich bei längerer Aufbewahrung unter Bildung von kohlensaurem Kali. Er ist ein leicht diuretisches und gelindes Abführmittel und wird als solches als Arznei verwendet. Andererseits dient er als Beizmittel für Zwecke der Färberei, zum Blanksieden von versilberten oder verzinnten Metallwaaren, zur Herstellung des schwarzen und des weissen Flusses (s. d.) und endlich als Rohmateriale für die Herstellung der Weinsäure, sowie der meisten weinsauren Salze. Beim Glühen zersetzt er sich unter Bildung von Brenzweinsäure und Essigsäure und hinterlässt eine schwarze poröse Masse, welche ein Gemenge von Kohle mit kohlensaurem Kalium ist, das auf diesem Wege leicht in völlig reinem Zustande erhalten werden kann. Seine Zusammensetzung entspricht der Formel $C_4H_4O_6HK$.

Das neutrale weinsaure Natron (normales Natriumtartrat) durch Neutralisation von Weinsäure mit Sodalösung darstellbar, bildet farblose rhombische Prismen oder Nadeln von der Formel $C_4H_4O_6Na_2 + 2H_2O$, die in Wasser sehr leicht löslich sind. Das saure, weinsaure Natron $C_4H_4O_6HNa + H_2O$ (Natriumbitartrat) erhält man leicht, wenn man eine Weinsäurelösung in zwei gleiche Theile theilt, hierauf den einen Theil mit Sodalösung genau neutralisirt und sodann die zweite Hälfte der Weinsäurelösung zumischt. Beim Eindampfen der Lösung krystallisirt das Salz in farblosen Krystallen, welche säuerlich schmecken und in Wasser ziemlich leicht schon in der Kälte löslich sind. Es findet als Reagenz für Kalisalze Anwendung, aus deren Lösungen es das schwerlösliche saure Kaliumsalz fällt.

Den Salzen des Kaliums analog bilden und verhalten sich jene des Caesiums und Rubidiums, z. Thl. auch jene des Ammoniums, während die Salze des Lithiums jenen des Natriums analog sind.

Von Alkalidoppelsalzen der Weinsäure ist das wichtigste das weinsaure Kali-Natron oder Seignettesalz (von Seignette, einem Apotheker in Rochelle 1672 entdeckt), Kalium-Natriumtartrat, Rochellesalz (*sal polychrestum Seignetti*, *tartarus natronatus*). Dieses der Formel $C_4H_4O_6KNa + 4H_2O$ entsprechend zusammengesetzte Salz entsteht beim Neutralisiren von Weinstein mit Sodalösung (5 Thl. Weinstein, 4 Thl. Soda) und Eindampfen der erhaltenen Lösung zur Krystallisation. Es bildet grosse, farblose, rhombische Säulen, die in Wasser ziemlich leicht löslich sind und einen milde salzig, etwas bitterlichen Geschmack haben. Die Krystalle verwittern in geringem Grade an trockener Luft und schmelzen bei 38° C. in ihrem Krystallwasser. Nach der Entwässerung stärker erhitzt, verkohlt die Masse und hinterlässt ein poröses Gemenge von Kohle mit kohlensaurem Natron-Kali, das auf diesem Wege von constanter Zusammensetzung erhalten werden kann. Das Seignettesalz dient als mildes Abführmittel und bildet einen Hauptbestandtheil der sog. Seidlitz-Pulver, welche einerseits aus einem Gemenge von Seignettesalz mit doppelt kohlensaurem Natron, andererseits aus gepulverter Weinsäure bestehen. Auch für Zwecke der Glasversilberung hat das Seignettesalz Anwendung gefunden, vgl. Glasspiegel IV pag. 86.

Ein analoges Doppelsalz ist das weinsaure Kali-Ammoniak (*tartarus ammoniatus*) $C_4H_4O_6KNH_4$, das durch Neutralisiren von Weinstein mit Ammoniak und Eindampfen der Lösung als eine dem neutralen weinsauren Kali sehr ähnliche, weisse Salzmasse erhalten werden kann.

Von anderen Doppelsalzen des weinsauren Kaliums ist namentlich noch das weinsaure Antimonoxyd-Kali, dann der Boraxweinstein, endlich das weinsaure Eisenoxydul-Kali zu nennen.

Das weinsaure Antimonoxyd-Kali, Brechweinstein, Kalium-Antimontartrat (*tartarus stibiatus*, *tartarus emeticus*) entsteht beim Kochen einer Lösung von 5 Thl. gereinigtem Weinstein in 50 Thl. Wasser mit 4 Thl. Antimonoxyd (wie man solches durch Fällen von Antimontrichlorid mit Wasser und Behandeln des entstandenen Niederschlages [von bas. Chlorantimon] mit Sodalösung erhalten kann), Eindampfen der nach längerem Kochen filtrirten Lösung und Erkaltenlassen derselben in farblosen rhomb. Prismen mit Pyramidenflächen, welche der Formel $C_4H_4O_6(SbO)K + \frac{1}{2}H_2O$ entsprechen. Dieselben sind im kalten Wasser (15 Thl.) leicht, leichter in siedendem Wasser (2·8 Thl.) löslich, verwittern bei gewöhnlicher Temperatur allmälig an der Luft, rascher beim Erhitzen auf 100° C., wobei sie in ein weisses Pulver zerfallen. Erhitzen auf 200—220° C. verwandelt unter Verlust von H_2O in $C_4H_2O_6SbK$, das jedoch beim Behandeln mit Wasser wieder in Brechweinstein übergeht. Das Salz reagirt sauer und schmeckt anfangs süsslich, später ekelhaft metallisch. Es ist ein geschätztes Arzeneimittel, das in geringer Dosis (0·005 Grm.) schweisstreibend, in grösserer 0·06—0·2 Grm. brechenerregend, bei grösseren Dosen eminent giftig wirkt. Technisch findet der Brechweinstein als Beizmittel für Zwecke der Zeugdruckerei Anwendung. Die chemische Constitution des Brechweinsteins, den man früher als weinsaures Antimonyl-Kalium, d. i. als ein Salz ansah, in welchem der Wasserstoff der beiden *COOH*-Gruppen der Weinsäure einerseits durch Kalium, andererseits durch *SbO*, d. i. das Radical „Antimonyl" vertreten ist, wird nach den Untersuchungen von Clarke und Helena Stallo durch das Schema

$$C_2H_2(OH)^2{}^{COO}_{COO}{>}SbOK$$

ausgedrückt, wornach beide Wasserstoffatome der Carboxylgruppen der Weinsäure durch ein Antimonatom vertreten werden, welches mit seiner dritten Affinität durch die Gruppe *OK* gesättigt ist. Demnach erscheint der Brechweinstein als das Kaliumsalz einer Säure

$$(C_4H_4O_6SbOH),$$

der tartrylantimonigen Säure, welche sich auch durch Fällen einer Brechweinsteinlösung mit Chlorbarium und Zersetzung des abgeschiedenen tartrylantimonigsauren Bariums mit Schwefelsäure im freien Zustande darstellen lässt. Die freie Säure ist sehr leicht zersetzbar und zerfällt unter Abscheidung von antimoniger Säure $Sb(OH)^3$. Mit Kali neutralisirt liefert sie wieder Brechweinstein, während durch Neutralisation mit anderen Basen andere, dem Brechweinstein analog zusammengesetzte und diesem z. Thl. auch ähnliche Salze erhalten werden können. Durch Auflösen von Brechweinstein in Weinsäure erhält man den sauren Brechweinstein der auf 2 Moleküle Brechweinstein 1 Mol. Weinsäure enthält und farblose monokline Prismen bildet, die 5 Mol. H_2O enthalten.

Analog dem Antimon liefert auch das Arsen, sowohl in der Form der arsenigen als auch der Arsensäure Doppelsalze mit weinsauren Alkalien. So entsteht beim Kochen von arseniger Säure mit saurem weinsaurem Ammon ein tartrylarsenigsaures Ammon $C_4H_4O_6AsONH_4$, welches in Gestalt von grossen, glasglänzenden rhombischen Krystallen erhalten werden kann, die $\frac{1}{2}$ Mol. H_2O enthalten und leicht verwittern. Ein tartrylarsensaures Salz lässt sich durch Auflösen von Weinstein in Arsensäure und Fällen der Lösung mit Alkohol als krystallinisches Pulver erhalten, das der Formel $C_4H_4O_6AsOOK + 2\frac{1}{2}H_2O$ entspricht.

Als Boraxweinstein, *tartarus boraxatus*, *cremor tartari solubilis*, wird ein als Arzeneimittel namentlich in früherer Zeit sehr gebräuchliches Präparat bezeichnet, welches durch Auflösen von Weinstein und Borax oder Weinstein und Borsäure und Eindampfen der Lösung zur Trockene, in Gestalt eines weissen mehr oder weniger hygroskopischen, in Wasser leicht löslichen Pulvers dargestellt werden kann. Löst man 3·5 Thl. Weinstein und 1 Thl. Borsäure in heissem Wasser auf und dampft die Lösung zur Trockene ein, so resultirt ein weisses, ziemlich luftbeständiges Pulver, welches tartrylborsaures Kalium $C_4H_4O_6BOK$ darstellt, das unter dem Namen *tartarus boraxatus franco-gallicus* (französischer Boraxweinstein)

als Arzeneimittel Verwendung fand. Nach anderen Vorschriften, z. B. jener der deutschen und österreichischen Pharmacopoë wird Weinstein und Borax in siedendem Wasser gelöst und die Lösung zur Trockene verdampft u. z. werden nach der deutschen Pharmacopoë auf 5 Thl. Weinstein 2 Thl. Borax, nach der österreichischen Pharmacopoë auf 12 Thl. Weinstein 4 Thl. Borax verwendet. Die so dargestellten Präparate sind natürlich Gemenge von tartrylborsaurem Kalium mit weinsaurem Natron und Natronkali und bilden weisse, an der Luft leicht feucht werdende Pulver.

Das weinsaure Eisenoxydul-Kali bildet den Hauptbestandtheil des sogen. Eisenweinsteins *(tartarus ferratus, tartarus chalybeatus)*, welchen man durch Anrühren von einem Gemenge von 1 Thl. feinen Eisenfeilspänen mit 5 Thl. Weinsteinpulver mit Wasser und längere Digestion der breiigen Masse in der Wärme darstellt, wobei sich ein Theil des Eisens in weinsaures Eisenoxydul-Kali verwandelt, das bei Einwirkung der Luft theilweise oxydirt und in Eisenoxyduloxyd-Salz verwandelt wird. Die nach längerer Digestion erhaltene Masse soll in Wasser ohne Rückstand löslich sein und wenn dies erreicht ist, wird sie in gelinder Wärme bis zur Consistenz einer plastischen Paste eingedickt und aus dieser sodann Kugeln geformt, welche getrocknet und unter dem Namen Eisenkugeln (*globuli martiales*) als Mittel zur Herstellung eisenhaltiger Bäder in Verwendung gebracht werden. So dargestellt bildet der Eisenweinstein eine schwarz-grüne bis schwarze Masse, die in Wasser aufweicht und sich endlich zu einer trüben schwarz-grünen Flüssigkeit löst. Durch längere Einwirkung der Luft wird das Eisenoxydul vollkommen oxydirt und es entsteht endlich rothbraunes weinsaures Eisenoxyd-Kali, das auch directe durch Auflösen von Eisenoxydhydrat in Weinstein erhalten werden kann und in glänzenden schwarzbraunen Schüppchen krystallisirt. Von sonstigen Salzen der Weinsäure wären noch zu nennen:

Das neutrale weinsaure Calcium (Calciumtartrat), das sich fertig gebildet in den verschiedensten Pflanzen, namentlich im Rebensafte, in den Sennesblättern u. a. m. findet und aus dem Rebensafte in den Rohweinstein übergeht, der stets nachweisliche Mengen von Calciumtartrat enthält. Im reinen Zustande entsteht es beim Vermischen von neutralem weinsaurem Kali oder Natron mit Chlorcalcium als weisser krystallinischer Niederschlag. Aus sehr verdünnten Lösungen scheidet sich das Salz oft in Form von grösseren rhombischen Säulen oder Pyramiden ab. Seine Zusammensetzung entspricht der Formel $C_4H_4O_6Ca + 4H_2O$.

Das saure weinsaure Calcium, Calciumbitartrat, das sich ebenfalls in sauren Pflanzensäften, so namentlich in den Früchten von *Rhus typhinum* findet, bildet sich beim Auflösen des neutralen Salzes in heisser Weinsäurelösung und krystallisirt in rhombischen Krystallen, die schwer in Wasser löslich sind (1 Thl. in 140 Thl. kaltem Wasser). Seine Zusammensetzung entspricht der Formel $2(C_4H_5O_6)Ca$.

Die Baryum- und Strontiumsalze sind den Calciumsalzen analog zusammengesetzt und in ähnlicher Weise darstellbar. Das saure Baryumsalz ist leichter löslich als das Kalksalz, noch leichter löst sich das Strontiumsalz.

Das weinsaure Bleioxyd, Bleitartrat, $C_4H_4O_6Pb$, wird durch Fällen von Weinsäure mit einem löslichen Bleisalze als weisser krystallinischer Niederschlag erhalten, der schwer in Wasser, leicht in Weinsäure löslich ist. Das weinsaure Kupferoxyd, Kupfertartrat, $C_4H_4O_6Cu + 3H_2O$, bildet ein bläulich grünes, krystallinisches Pulver, das schwer in kaltem, leichter in heissem Wasser, reichlich in Weinsäure löslich ist und sich in Alkalien mit intensiv blauer Farbe löst, wobei sich ein basisches Salz von der Formel

$$C_2H_2O_2Cu < \begin{matrix} COOK \\ COOK \end{matrix}$$

bildet.

Das weinsaure Silberoxyd, Silbertartrat, fällt beim Vermischen von Silbernitratlösung mit einer Lösung eines neutralen Weinsäuresalzes, z. B. Seignette Salz, als weisser käsiger Niederschlag von der Formel $C_4H_4O_6Ag_2$. Aus warmen Lösungen erhält man das Salz in silberglänzenden Schüppchen. Es schwärzt sich am Lichte, sowie beim Erhitzen unter Abscheidung von metallischem Silber, das sich beim Erhitzen einer schwach ammoniakalischen Lösung leicht als zusammenhängender Silberbelag abscheidet. (Silberspiegel.)

Wie alle anderen Säuren, so liefert die Weinsäure auch zusammengesetzte Aether (Ester), von welchen, in analoger Weise wie bei den Salzen, sowohl neutrale als auch saure (Aethersäuren) bestehen. Die letzteren entstehen meist schon beim Erhitzen von Weinsäure mit dem betreffenden Alkohol, während die Herstellung der neutralen oder normalen Ester am einfachsten durch Sättigen einer Lösung von Weinsäure in dem betreffenden Alkohol mit Salzsäuregas gelingt.

So erhält man durch Erhitzen von gleichen Theilen Weinsäure und Methylalkohol auf 60—70° C., Verdunsten der Lösung bei einer 100° C. nicht übersteigenden Temperatur, Auflösen des Rückstandes in Wasser und Verdunsten der Lösung, die Methylweinsäure (saurer Weinsäuremethylester) $C_4H_5O_6CH_3$ in Gestalt farbloser prismatischer Krystalle, die geruchlos, von saurem Geschmack sind und sich leicht in Wasser und Alkohol lösen. Die wässrige Lösung zersetzt

sich beim Kochen und liefert Methylalkohol und freie Weinsäure. Sie bildet mit Basen Salze.

Der normale Methylester $C_4H_4O_6(CH_3)^2$ entsteht beim Sättigen eines Gemenges von Weinsäure und Methylalkohol mit Salzsäuregas und Abdestilliren des Gemenges. Er bildet weisse Krystalle, die bei 48° C. schmelzen und bei 280° C. sieden.

Der saure Weinsäure-Aethylester, Aethylweinsäure,

$$C_4H_5O_6C_2H_5$$

entsteht analog der Methylverbindung, wenn man gleiche Theile von Weinsäure und absolutem Alkohol in einer Retorte auf 65—70° C. erhitzt, bis $^2/_3$ der Flüssigkeit abdestillirt sind, den Rückstand in Wasser löst und freiwillig verdunsten lässt. Es sind farblose, schief rhombische Prismen, welche bei 90° C. schmelzen, anfangs süss, dann angenehm sauer schmecken.

Der normale Aethylester $C_4H_4O_6(C_2H_5)^2$ wird gleich dem Methylester durch Sättigen eines Gemenges von Weinsäure mit absolutem Alkohol, zu gleichen Theilen, mit Salzsäuregas, Abdestilliren der 24 Stunden lang sich selbst überlassenen Flüssigkeit im Vacuum unter 100° C., bis der Ueberschuss der Salzsäure und der überschüssige Alkohol entfernt sind, erhalten, worauf man endlich den Rest im Vacuum überdestillirt. Er bildet eine ölige farblose Flüssigkeit, welche geruchlos ist, und bei 280° C. unter theilweiser Zersetzung siedet.

In analoger Weise entsteht der normale Propylester, welcher bei 303° C. siedet. Die Einwirkung von trockenem Ammoniak verwandelt die normalen Ester der Weinsäure in Weinsäureamid oder Tartramid $C_2H_4O_2(CONH_2)^2$, das farblose rhombische Prismen bildet, die in Wasser löslich sind.

Wie schon erwähnt, sind die beiden Hydroxylwasserstoffatome der Weinsäure durch Säurereste vertretbar und entstehen auf diesem Wege Ester, in welchen die Weinsäure die Rolle des Alkohols spielt. Körper solcher Art sind z. B. die Acetylweinsäuren und die Nitroweinsäuren. Die ersteren entstehen bei Einwirkung von Acetylchlorid auf Weinsäure oder auf die Ester der Weinsäure. So liefert Aethyltartrat bei Einwirkung von Acetylchlorid das Aethylacetotartrat $C_2H_3O(OC_2H_3O)(COOC_2H_5)^2$ als bitter schmeckendes, schweres Oel, Weinsäure liefert beim Erhitzen mit Acetylchlorid das Diacetooxyweinsäureanhydrid $C_2H_2(OC_2H_8O)^2(COOH)^2$ in dünnen Krystallnadeln, die bei 126° C. schmelzen und das mit Wasser allmälig in die zerfliessliche Diacetoweinsäure übergeht, welche krystallisirbare Salze liefert. Löst man gepulverte Weinsäure in dem $4^1/_2$fachen Quantum concentrirter Salpetersäure und mischt das gleiche Volumen conc. Schwefelsäure zu, so scheidet sich Dinitrooxyweinsäure (Nitroweinsäure) $C_2H_2(ONO_2)^2(COOH)^2$ in Gestalt einer gelatinösen weissen Masse aus, welche aus eiskaltem Wasser und endlich aus Aether umkrystallisirt, farblose, seidenglänzende Krystallnadeln liefert, deren wässrige Lösung sich beim Erwärmen rasch zersetzt und auch schon in der Kälte allmälig in Oxalsäure und Tartronsäure zerfällt. Aethyltartrat liefert unter gleichen Verhältnissen Aethyldinitrooxytartrat $C_2H_2(ONO_2)^2(COOC_2H_5)^2$, das sich beim Eingiessen des Säuregemisches in kaltes Wasser in Form eines Oeles ausscheidet, welches nach einiger Zeit krystallinisch erstarrt.

Wie schon oben erwähnt verliert die Weinsäure beim Erhitzen Wasser und geht, nachdem sich vorher die isomere Metaweinsäure gebildet hat, in Anhydrosäuren, bez. in sog. Anhydride über, deren drei gekannt sind. Es sind dies:

1. Die Ditartrylsäure (Tartralsäure) $C_8H_{10}O_{11}$, welche sich beim Erhitzen von Weinsäure auf 140—150° C. bildet und durch Abspaltung von einem Mol. Wasser aus zwei Mol. Weinsäure entsteht. Sie bildet eine amorphe, leicht zerfliessliche Masse, welche sich bei Berührung mit Wasser wieder in Weinsäure verwandelt. In Alkohol ist sie löslich, in Aether unlöslich. Sie ist zweibasisch und liefert amorphe, meist harzartige Salze, die sich beim Erhitzen mit Wasser in saure weinsaure Salze verwandeln.

2. Die Tartrelsäure oder das lösliche Weinsäureanhydrid $C_8H_8O_{10}$, durch rasches Erhitzen von Weinsäure auf 180° C., wobei sie sich zu einer schwammigen Masse aufbläht, darstellbar. Sie bildet zerfliessliche Krystalle, die in Alkohol löslich sind und beim Erhitzen mit Wasser in Ditartrylsäure und endlich in Weinsäure übergehen. Sie ist einbasisch, ihre Salze werden durch Alkohol in Gestalt öliger Massen gefällt und gehen in wässriger Lösung leicht in Ditartrate über.

3. Das unlösliche Weinsäureanhydrid $C_4H_4O_5$? Beim längerem Erhitzen von Weinsäure auf 180° C. wird die Masse unschmelzbar und ist dann in dieses Anhydrid verwandelt, das man auch leicht erhalten kann, wenn man 15—20 Grm. Weinsäure über freiem Feuer durch 4—5 Minuten erhitzt, bis sie aufgebläht erscheint und hierauf einige Augenblicke hindurch noch auf 150° C. erhitzt. Sie bildet ein weisses Pulver, das in Alkohol unlöslich ist und sich in Wasser in der Kälte anfangs nicht, dagegen leicht beim Erhitzen löst und hiebei unter Aufnahme der Elemente des Wassers in Ditartrylsäure und endlich in Weinsäure verwandelt.

Der Rechtsweinsäure isomer ist die Linksweinsäure, Laevuloweinsäure oder auch Antiweinsäure genannt. Wie schon bei Traubensäure, s. IX pag. 626, angeführt, spaltet sich diese Säure bei der Krystallisation ihres Natron-Ammonium-Salzes und ebenso bei der Krystallisation ihrer Chinicin- und Cinchonicin-Salze in zwei isomere Säuren, deren eine die Rechtsweinsäure, die andere die Linksweinsäure darstellt. Krystallisirt man traubensaures Natron-Ammonium aus Wasser und trennt die hiebei erhaltenen Krystalle, welche, wie bei Traubensäure erwähnt, entgegengesetzt hemiädrische Formen zeigen, mechanisch von einander, löst jede Partie der Krystalle in Wasser, fällt mit Bleizuckerlösung und zersetzt den erhaltenen Niederschlag mit Schwefelwasserstoff, so erhält man aus den Krystallen der Linksweinsäure diese Säure im reinen Zustande. Sie gleicht vollkommen der Rechtsweinsäure sowohl in Krystallform, als Dichte und Löslichkeitsverhältnissen und unterscheidet sich von dieser nur dadurch, dass die Krystalle genau das Spiegelbild jener der Rechtsweinsäure darstellen und dass ihre Lösungen die Polarisationsebene genau so stark nach links drehen, als gleich starke Lösungen der Rechtsweinsäure die Drehung nach rechts bewirken.

Ebenso zeigen die Salze der Linksweinsäure die gleiche Zusammensetzung, die meisten auch denselben Wassergehalt wie jene der Rechtsweinsäure, dagegen in der Krystallform die entgegengesetzte Hemiaedrie. Die Krystalle der Linksweinsäure sind ferner ebenso wie jene der Rechtsweinsäure pyroelektrisch, zeigen jedoch auch hier die entgegengesetzte Elektricität.

Sonst bestehen von nennenswerthen Verschiedenheiten nur noch die, dass aus übersättigten Lösungen von linksweinsaurem Natron-Ammoniak durch Zufuhr eines Krystalls von dem gleichen Salze der Rechtsweinsäure keine Krystallisation eingeleitet wird, während dies durch einen Krystall des linksweinsauren Salzes sofort geschieht und ebenso umgekehrt, so dass man hierin ein Mittel hat, um aus einer übersättigten Lösung des traubensauren Natron-Ammoniumsalzes nach Belieben die eine oder die andere Art von Krystallen abzuscheiden. Bemerkenswerth ist auch, dass sich das saure Ammoniumsalz der Linksweinsäure mit dem sauren Ammoniumsalze der activen Aepfelsäure nicht zu einem Doppelsalze vereinigt und dass ebenso das Asparagin mit Linksweinsäure keine krystallisirbare Verbindung liefert, wie denn auch die normalen und sauren Salze der optisch activen Alkaloide (Cinchonicin, Chinicin, Strychnin und Brucin) sich, je nachdem sie Rechtsweinsäure oder Linksweinsäure enthalten, durch gewisse Verschiedenheiten in der Löslichkeit, der Krystallform und des Wassergehaltes so weit unterscheiden, dass man hierauf eine Trennung der beiden Säuren gründen kann, da z. B. aus einer Lösung von traubensaurem Cinchonicin sich zuerst nur das linksweinsaure Salz, aus einer solchen von traubensaurem Chinicin dagegen zuerst nur das rechtsweinsaure Salz abscheidet.

Bemerkenswerth ist ferner, dass, wie Pasteur nachgewiesen hat, die Rechtsweinsäure durch die Entwicklung von *Penicillium glaucum* in einer Lösung, welche beide Säuren enthält, zuerst zerstört wird, so dass nach dem Einsäen von Sporen dieses Pilzes in eine Traubensäurelösung, wenn man die hiedurch eingeleitete Zersetzung längere Zeit währen lässt, allmälig alle Rechtsweinsäure verschwindet und endlich nur Linksweinsäure in Lösung bleibt.

Mischt man gleiche Gewichtsmengen von Rechtsweinsäure und Linksweinsäure in conc. wässriger Lösung zusammen, so scheidet sich unter Wärmeentwicklung wieder Traubensäure ab. Neben den beiden optischen Isomerieformen der Weinsäure und der bereits besprochenen, als eine Verbindung der beiden optisch entgegengesetzten Formen der Weinsäure anzusehenden Traubensäure kennt man noch drei andere optisch inactive Isomere der Weinsäure, u. z. die Mesoweinsäure, die Glycoweinsäure und eine durch Oxydation von Erythrit erhaltene inactive Weinsäure.

Die Mesoweinsäure wurde von Dessaignes durch Oxydation des Sorbins neben gewöhnlicher Weinsäure und Traubensäure, von Pasteur durch Erhitzen von weinsaurem Cinchonin auf 170° C. neben Traubensäure dargestellt und entsteht leicht durch zweitägiges Erhitzen von 30 Thl. Weinsäure und 4 Thl. Wasser auf 165° C., worauf aus dem Product zunächst durch Krystallisation die entstandene Traubensäure ausgeschieden, der Rest hierauf in das saure Kaliumsalz verwandelt wird, wobei sich das gewöhnliche Kaliumbitartrat als schwerlöslich ausscheidet, während das leicht lösliche Kaliumsalz der Mesoweinsäure in Lösung bleibt. Man erhält sie auch durch Oxydation von Maleinsäure mit übermangansaurem Kalium. Sie bildet rechtwinklige Krystalltafeln, die ein bei 100° C. entweichendes Mol. Krystallwasser enthalten. Aus concentrirten Lösungen rasch ausgeschieden, erhält man sie auch wasserfrei in Krystallen, die der gewöhnlichen Weinsäure gleichen. Sie schmilzt bei 140° C. und liefert stärker erhitzt Traubensäure, während Brenztraubensäure überdestillirt. Die Kalisalze der Säure sind entgegen denen der gewöhnlichen Weinsäure leicht in Wasser löslich und nicht krystallisirbar.

Die Glycoweinsäure entsteht beim Kochen von Glyoxal (Oxalaldehyd) mit Cyanwasserstoff und Salzsäure. Sie krystallisirt wie die Traubensäure in triklinen Prismen, welche 1 Mol. Wasser enthalten, nicht an der Luft verwittern und bei 198° C. schmelzen. Ihre Salze sind denen der Traubensäure gleich, aber das Natrium-Ammoniumsalz bildet grosse Krystalle, die keine hemiädrischen Formen zeigen wie jene des gleichen Salzes der Traubensäure. Auch aus Aethyloxalat entsteht beim Behandeln der alkoholischen Lösung desselben mit Natriumamalgam Glycoweinsäure.

Die durch Oxydation von Erythrit erhaltene inactive Weinsäure liefert ein in Wasser leicht lösliches, in nadelförmigen Krystallen darstellbares saures Kaliumsalz. Beim Erhitzen mit Wasser auf 175° C. geht sie in Traubensäure über.

Näheres über Weinsäure und deren Isomere s. in chem. Handbüchern. *Gtl.*

Weinsäureäther, s. Weinsäure X pag. 645.

Weinsäureanhydrid, s. Weinsäure X pag. 646.

Weinsäure-Salze, s. Weinsäure X pag. 643.

Weinsalicylsäure *(acide oeno salicylique)* nannten Schlumberger und Creckel in Paris ein zur Weinconservirung von ihnen dargestelltes Salicylsäurepräparat (vgl. Ztschr. f. d. chem. Grossgew. 4 pag. 247). *Gtl.*

Weinschönungsmittel, s. b. Wein X pag. 589.

Weinschwarz, s. m. Rebschwarz, Hefenschwarz, Frankfurter Schwarz, s. d. III pag. 625.

Weinschweflige Säure, s. m. Aethylsulfosäure ($C_2H_5—SO_2—OH$), d. i. der saure Aethyl-Schwefligsäure-Ester. *Gtl.*

Weinsprit, s. Wein X pag. 619.

Weinstein, s. m. saures weinsaures Kalium, s. b. Weinsäure X pag. 643, vgl. a. Wein X pag. 622.

Weinstein der Zähne, s. m. Zahnstein.

Weinstein löslicher, s. m. neutrales weinsaures Kalium, s. b. Weinsäure X pag. 643.

Weinsteinerde geblätterte (*terra foliata tartari*). Aeltere Benennung für essigsaures Kalium. In gleicher Weise wurde in älterer Zeit das essigsaure Natrium als mineralische geblätterte Weinsteinerde bezeichnet. *Gtl.*

Weinsteinrahm *(cremor tartari)*, s. m. raffinirter Weinstein, s. b. Weinsäure X pag. 643.

Weinsteinöl, s. b. Weinsteinsalz.

Weinsteinsalz *(sal tartari)* wurde früher und wird im Handel z. Thl. noch heute das kohlensaure Kalium, mit Rücksicht auf die Darstellung aus Weinstein, genannt. Vgl. Kalium IV pag. 596. Die durch Zerfliessen von kohlensaurem Kalium an der Luft gewonnene concentrirte Lösung von Kaliumcarbonat wurde früher häufig als Weinsteinöl *(oleum tartari per deliquium)* bezeichnet. *Gtl.*

Weiss Hamburger, Handelssorte von Bleiweiss, s. b. Blei I pag. 611.

Weiss Holländisches, Handelssorte von Bleiweiss, s. b. Blei I pag. 611.

Weiss Kremser, s. m. Bleiweiss, s. b. Blei I pag. 606.

Weiss mineralisches. Gemenge von gefälltem Gyps mit Magnesiahydrat für Zwecke der Appretur von Geweben, dann der Buntpapier- und Tapetenfabrication. Nach dem Patente von Th. H. Cobley in Dunstable (D. R. P. 21587) durch Fällung einer Mischung von Kieseritlösung mit einer Lösung von Chlorcalcium und 10 Proc. Chloraluminium mit Kalkhydrat oder durch Fällung von Kieserit- und Thonerdesulfat-Lösung mit Kalkhydrat darstellbar. *Gtl.*

Weiss Pariser, s. m. gemahlener und geschlämmter Kalkspath, der als Kreidesurrogat Verwendung findet. *Gtl.*

Weiss Venetianer, Handelssorte von Bleiweiss, s. Blei I pag. 611.

Weissantimonerz, Antimonblüthe, s. Weissspiessglanzerz.

Weissbad, s. b. Türkischrothfärberei, s. Krapp V pag. 119, vgl. a. Zeugfärberei und Zeugdruckerei.

Weissbier, s. Bier I pag. 508.

Weissbirke, s. Birkenholz I pag. 524.

Weissblechfabrication oder die Herstellung des Weissblechs *(fer blanc — tin-plate)* wurde wohl im Artikel Verzinnen in ihren Grundzügen berührt, die Wichtigkeit dieses Fabrikates lässt es jedoch gerechtfertigt erscheinen, aus einer diesen Gegenstand ausführlich behandelnden Schrift von Nikol. Gaertner*) einen kurzen Auszug zu bringen. Da die Qualität der Bleche von sämmtlichen Vorarbeiten abhängig ist, so müssen diese auch berührt werden und soll betreffs des der Weissblechfabrikation zuzuführenden Rohmateriales hervorgehoben werden, dass sich hierzu nicht nur gutes Schweisseisen, sondern auch Bessemer- und insbesondere Martinflusseisen eignet. Besonders ist es das Martineisen, welches auch für sogenannte Druckbleche ganz geeignetes Materiale sein kann. Um das für die Weissblechfabrication erforderliche gute Schwarzblech zu erhalten, müssen schon beim Walzen der Stäbe, aus welchen das Blech erwalzt wird, gewisse Vorsichten beobachtet werden.

Damit die Stäbe glatt, scharfkantig und vollständig eben werden, müssen die geschweissten Packete in entsprechender Breite und gleichmässiger Hitze zur sogenannten Kaliberwalze gebracht werden. Gewöhnlich sind die einzelnen Kaliber 155^{mm} breit, während die Höhe derselben von 150^{mm} durch 5 bis 7 Kaliber sich bis auf ca. 10^{mm} reducirt. Um eine glatte Fläche zu erzielen, pflegt man den letzten Durchgang der Stäbe durch eine an die Kaliberwalze angekuppelte Polirwalze mit glatt polirten Ballen erfolgen zu lassen. Auf dieser Polirwalze sowohl, als auch auf die Kaliberwalze selbst wird mittelst einer durchlöcherten Rinne Wasser geleitet, wodurch die durchgehenden Stäbe etwas abzundern.

Die ausgewalzten Stäbe werden rothwarm in fliessendes Wasser, welches sich in einem langen Wassertroge befindet, eingetaucht, d. h. abgeschreckt, noch warm wieder aus dem Troge herausgenommen, damit sich das Oxyd ablöst, und schliesslich ganz eingetaucht und vollständig abgekühlt.

Weit schwieriger sind die Schlackenstellen und Blasen, die in den Stäben und Blechen vorkommen, zu vermeiden.

*) Zeitschrift des Vereines für Gewerbfleiss in Preussen, 1887 pag. 192; auch als besondere Schrift erschien Gaertners ausführliche Abhandlung bei Simion in Berlin.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass durch Mischung bestimmter, erprobter, möglichst gut gefeinter Roheisensorten bei gutem, langsamen Verfrischen, resp. regelrechter Verarbeitung im Puddelofen, durch entsprechendes, kräftiges Zängen der Luppen auf glatter Hammerbahn, durch Benützung guter Schweisskohlen, resp. flottes gutes Schweissen, demgemässes kräftiges Ueberschmieden und wiederholtes Anwärmen, sowie schliessliches Auswalzen zu Platinen ein blasenfreies Blechmateriale erzielt werden kann.

Im Bruche wird ein gutes Blechmaterial entweder ein schönes Feinkorn oder eine gleichmässige kurze Sehne zeigen.

Das Schwarzblech wird gegenwärtig mit Vortheil auf Trio-Walzwerken hergestellt.

Ein solches Triowalzwerk besteht aus drei auf einander liegenden Walzen, wovon die mittlere einen wesentlich kleineren Umfang hat. Diese Trios sind nach dem System der Amerikaner Lauth und Deby, welche Herren ein Patent darauf besitzen, auch in „Esperance“ bei Lüttich eingeführt.

Das sogenannte „grosse Trio“ in Esperance besteht aus zwei Walzen von ca. 600^{mm} Durchmesser und der mittleren Walze von 350^{mm} Durchmesser. Nach Angabe des dortigen Fabrikchefs können mit diesem grossen Trio bis 50.000 Kg. Eisenplatten von 50 bis abwärts zu 3^{mm} Dicke in 24 Stunden ausgewalzt werden. Die ausgewalzten Kesselbleche und Platten wurden in zwei grossen Flammöfen ausgeglüht.

Das „kleine Trio“ besteht aus einem langen Train von Walzengerüsten, welche durch eine Serie flinker Arbeiter aus 2—3 Schweissöfen per 24 Stunden bis zu 23.000 Kg. fertige Bleche erzeugen können.

Zum Anwärmen der Platinen und Blechpackete gehören zu jedem Walzwerk zwei geeignete Flammöfen, welche am zweckmässigsten mittelst Generatorgasen erhitzt werden.

Das Auswalzen der Schwarzbleche erfolgt in der Weise, dass die im ersten Flammofen rothwarm angewärmten Platinen, frei von Oxyd oder Schlacken, bis auf ca. 600^{mm} Länge ausgewalzt und noch rothwarm in den zweiten Ofen gelangen, um nach Beendigung des Platinenwalzens unmittelbar folgend in der zweiten Tour auf dem Fertigwalzengerüst bis auf 1—2^{m} Länge je nach Dicke ausgewalzt zu werden, worauf der Platinenwärmofen mit einer neuen Charge von ca. 30—60 Stück Platinen belegt wird. Die 1—2^{m} langen Blechstücke werden, falls deren Breite nicht dieses verbietet, über einander zusammengebogen, mittelst der Doppelscheere zusammengedrückt, während die breiten Sorten, zu je zwei oder vier Tafeln auf einander gelegt, wieder in den zweiten Wärmofen behufs Anwärmen zurückgelangen. Beim Aufeinanderlegen der Tafeln werden die kürzeren in die Mitte des Packets gelegt. Das Doppeln durch die Doppelscheere oder das Aufeinanderlegen, ferner das Auswalzen und wiederholtes Anwärmen erfolgt so oft, bis die Bleche die gewünschte Dicke bei entsprechender Länge erhalten haben; die Breite wird durch die Länge der Platinen bedingt, wobei gewöhnlich je nach der Eisenqualität an dieser Länge 20—60^{mm} für Kantenrisse zugegeben werden.

Nach dem Auswalzen sind die Bleche spröde, hart und röthlich aussehend, oft krumm gebogen und wellig. Zur Beseitigung dieser Uebelstände wird eine ganze Charge aus zwei bis drei Ofen voll, ca. 10—1500 Kg. auf einmal in einem dritten, dem Fertigwärmofen ähnlichen Flammofen, so lange ausgeglüht, bis eine weitere Charge vorbereitet und ebenso behandelt wird. Die geglühten Bleche, nachdem solche, rothwarm und packetweise dem Ofen entnommen, auf einer ebenen Eisenplatte auf einander gelegt sind, werden, wenn nöthig, mit einem Holzhammer gerade geklopft und mit einer ebenen, ziemlich schweren Gussplatte beschwert, sowie zur Abhaltung der atmosphärischen Luft mit einem eckigen, kastenförmigen Blechmantel, welcher unten und oben dicht schliesst, bedeckt, um nach dem Erkalten in bestimmte Längen und Breiten beschnitten zu werden.

Die decapirten oder zunderfreien Schwarzbleche sollen entweder eine hellgraue oder stahlblaue innere Blechfläche und nur einen ca. 10—20^{mm} breiten Glührand erhalten, wobei besonders zu bemerken ist, dass weder von der inneren Fläche, noch vom Glührande, sich das geringste Oxyd ablösen darf, die Bleche müssen vielmehr vollständig oxydrein gebeizt und luftdicht ausgeglüht worden sein. Aus diesem Grunde ist es unrecht, wenn Bleche, die einfach luftdicht geglüht worden sind, als „zunderfreie“ oder „decapirte“ Bleche in den Handel gebracht werden. Derartige Bleche können nur als doppelt oder einfach luftdicht geglühte Bleche bezeichnet werden.

Die luftdicht geglühten Eisenbleche haben ein gelblich-graues Aussehen und sind an den Rändern mit einem blauschwarzen Glührand versehen. Die Breite dieses Glührandes wird durch die jeweilige Glühmethode bedingt und differirt zwischen 10 und 100^{mm}. Solche Bleche werden hergestellt, indem man eine Partie von 500—2000 Kg. in einem schmiedeeisernen Guss- oder Stahlgussglühkasten auf einander legt und luftdicht verschliesst. Man setzt nun, durch 8—12 Stunden mehrere solcher Glühkästen in einem grossen Flammofen

einer starken Rothglühhitze aus u. z. so lange, bis die Charge stark rothwarm ist. Die so geglüthen Schwarzbleche bleiben, nachdem die Glühkasten aus dem Ofen gefahren worden sind, noch 18 – 24 Stunden in dem Kasten zur langsamen Abkühlung. Nach dem Erkalten müssen die einzelnen Blechtafeln, welche leicht an einander haften, durch einfaches Aufwerfen eines Packets von ca. 20 Tafeln auf eine flache Eisenplatte gelöst oder auch bei grösseren Tafeln, einzeln von einander genommen werden.

Nach einer anderen Methode, welche sich besonders für grössere Bleche eignet, werden ca. 5000—10.000 Kg. in einem Muffelofen luftdicht verschlossen ausgeglüht.

Die zum Verzinnen dienenden Bleche soll man am besten nur mittelst Glühkästen, Knopfbleche, Dachbleche und namentlich die grossen Formate am vortheilhaftesten in Muffeln ausglühen. Ungenügend und mangelhaft ausgeglühte Bleche erhalten Flecken und behalten ein schmutziges Aussehen; es löst sich an den Rändern Oxyd ab, auch deren Weichheit lässt alsdann viel zu wünschen übrig. Während z. B. ein gut ausgeglühtes Blech bei gewöhnlicher Holzkohlenqualität mit Leichtigkeit einen scharfen, doppelten Falz aushält, wird ein schlecht geglühtes Blech bei ganz gleicher Eisenqualität oft schon bei einem einfachen Falz brechen. — Wenn sich Oxyd ablöst, so ist anzunehmen, dass die Kasten oder Muffeln, worin die Bleche ausgeglüht werden, nicht luftdicht verschlossen waren.

In demselben Verhältnisse, wie man sich bei der Erzeugung der zunderfreien decapirten Bleche alle Mühe gibt, die Oxydhaut zu entfernen, sucht man bei F a b r i c a t i o n d e s s o g. G l a n z b l e c h e s diese schützende Decke möglichst haltbar zu machen und zu verstärken.

Die Glanzbleche zeichnen sich durch einen eigenthümlichen Fettglanz aus, welcher durch seine Haltbarkeit die Oberfläche vor dem schnellen Rosten schützt und sind diese Bleche ihrer glänzenden Fläche wegen ansehnlicher als gewöhnliches Schwarzblech.

Zur Herstellung dieses Bleches wird nur Herdfrischeisen benützt. Das letztere wird zuerst auf gewöhnliches Schwarzblech ausgewalzt. Hierauf folgt die weitere Manipulation zur Erlangung der glänzenden Oberfläche. Zu diesem Zwecke werden 70 bis 80 Tafeln der in ziemlich grossen Dimensionen ausgewalzten unbeschnittenen Bleche Stück für Stück befeuchtet und mit feinem Kohlenpulver überstreut, sofort zu einem grosen Packet zusammengelegt und aussen mit Ausschussblechen umhüllt. Dieses mehrere Centner schwere Packet wird nun in den sog. Blechcementofen eingesetzt und durch 6 Stunden einer guten Glühhitze ausgesetzt, wobei durch das reichlich eingestreute Kohlenpulver, unterstützt von der rauchenden Flamme, der am Blech haftende feine Glühspan mehr oder weniger vollkommen reducirt werden muss.

Hierauf wird das Packet aus dem Ofen genommen und jede einzelne Tafel schnell mit einem Reissigbesen abgekehrt, sogleich aber wieder zum Packet zusammengelegt und sofort noch unter einem kleinen Planirhammer überschmiedet. Nach dieser ersten Schmiedung kommt das Packet wieder in den Ofen zurück, um nach Verlauf einer halben Stunde mit erneuerter, aber etwas schwächerer Hitze wieder unter demselben Planirhammer während etwa $^1/_4$ Stunde überhämmert zu werden. Die Operation des Glühens und Ueberschmiedens wird 4—5mal in derselben Art wiederholt, das 5.- oder 6.-mal aber zur letzten Ueberschmiedung ein grosser Planirhammer gebraucht. Bei diesem letzten Planiren soll überdies zur Erlangung einer besonders schönen Oberfläche zwischen je zwei Blechtafeln eine kalte, schon früher vollendete eingeschoben werden. Es liegt ausser Zweifel, dass solche reichlich von reducirtem Glühspan bedeckte Schwarzbleche für viele Zwecke bedeutend vortheilhafter zu verwenden sind als gewöhnliche Bleche, deshalb dürfte es nahe liegen, dass man auch bei uns dieser eigenthümlichen Fabricationsmethode mehr als es bisher geschehen, sich zu nähern sucht, da es ausser Frage steht, dass auch auf weniger umständliche Art als die obige, in Russland übliche, dieses Glanzblech erzeugt werden kann.

Statt des Abzunderns der Bleche im Decapirofen etc. wurde das A b b e i z e n derselben mittelst Salz- oder Schwefelsäure eingeführt, wodurch der Eisenverlust während dieser Arbeit wesentlich verringert und die Manipulations-Auslagen sich ebenfalls wesentlich verminderten.

Das Beizen kann entweder in sog. „Buschen“ oder in kupfernen „Beizkörben“, ferner in mechanischen Beizanlagen geschehen.

Durch die Benutzung von Beizkörben werden die Bleche reiner und besser abgebeizt, da hierbei die einzelnen Tafeln in Kupferkämmen so stehen, dass je eine Tafel durch einen Kupferdraht von der anderen getrennt in der Beize steht, die Säure hierdurch schneller und leichter wirken kann, ohne einzelne Stellen der Bleche unnöthig anzugreifen, wodurch der Eisenverlust und der Verbrauch an Säure sich vermindert und dabei die gebeizten Bleche weniger von der Säure benachtheiligt werden. Dadurch, dass man die zu beizenden Bleche vorher luftdicht ausglühte, wurde der Säureverbrauch wesentlich verringert. Ebenso hat man durch Aussortiren der äusseren, sog. „rothen“ Tafeln, welche zusammen allein gebeizt wurden, Vortheile erzielt.

Das Beizen ist eine der wichtigsten Vorbereitungsarbeiten, denn an Stellen, wo das Oxyd nicht genügend abgebeizt ist, wird die Verzinnung unvollkommen, während durch das allzu lange und zu starke Abbeizen die Bleche eine faserige Oberfläche erhalten und deren Qualität sich vermindert.

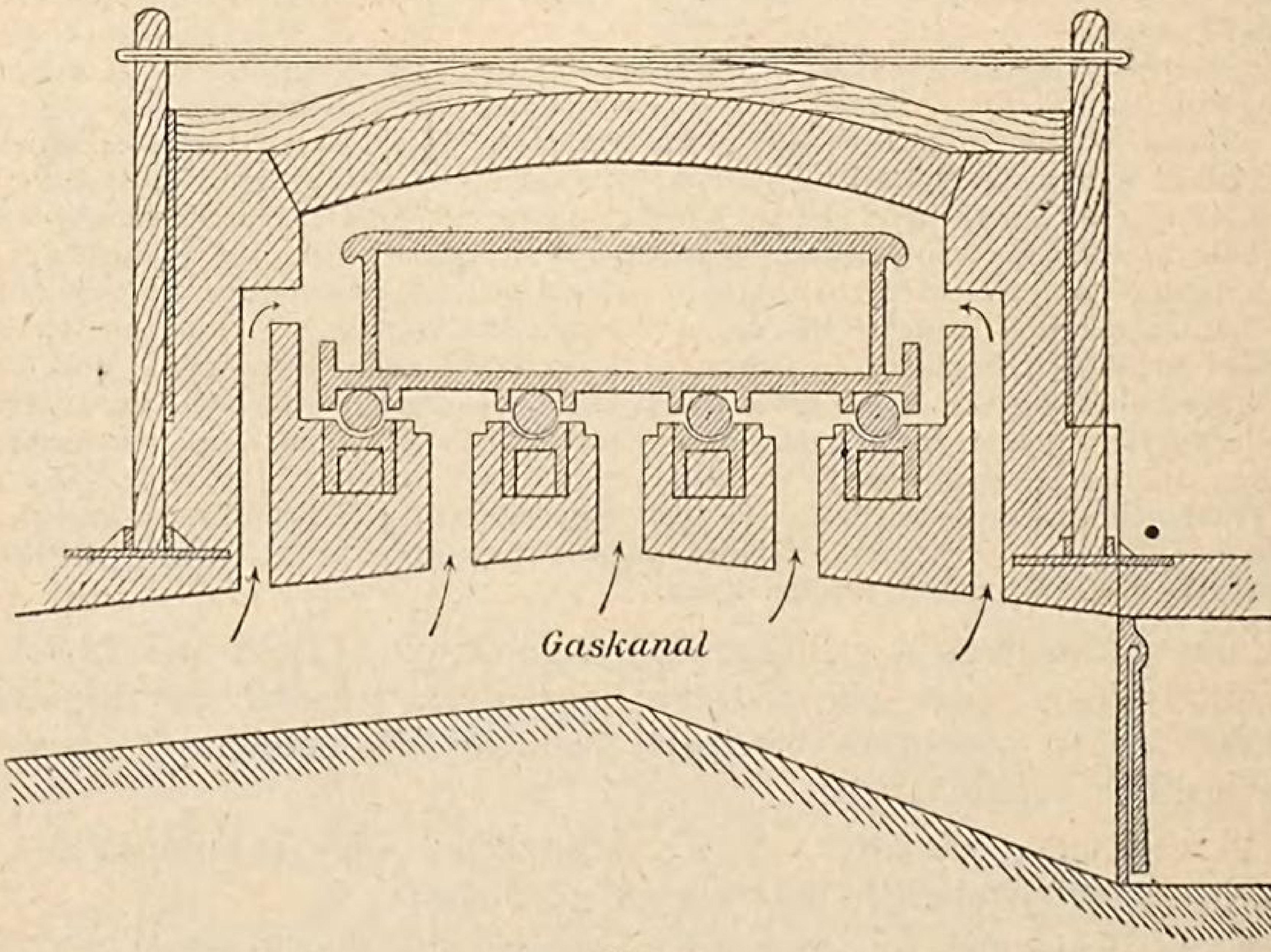
Die aus der Säure gelangenden Rahmen, welche ca. 60—240 zwischen Kupferdrähten eingestellte Tafeln enthalten, werden in fliessendes Wasser, welches in entsprechenden Kasten unten zu- und oben abfliesst, eingestellt, hieraus den Kämmen entnommen und mindestens eine Stunde in einem weiteren Wasserkasten belassen.

Eine bessere, jedoch kostspieligere Methode ist es, wenn die gefüllten Kämme aus dem fliessenden kalten Wasser in siedend heisses Wasser eingetaucht und die Bleche etwas erwärmt, in einem Trockenofen vor dem Einpacken in Glühkasten getrocknet werden, jedoch so, dass die getrockneten Bleche keinerlei, von ungenügendem Trocknen herrührende schwarze Flecken erhalten. Diese so getrockneten, den Kämmen entnommenen Bleche können auch vor dem Glühen noch polirt werden.

Die abgebeizten und im Wasser gut abgespülten Bleche werden, in nassem oder trockenem Zustande, in geeignete Glühkasten eingepackt und diese je nach Bedarf während 8—12 Stunden in einem grossen Flammofen, bei möglichst luftdicht geschlossenem Glühkasten, der Glühhitze ausgesetzt werden und hierauf stark rothwarm aus dem Ofen herausgenommen abkühlen, während welcher Zeit der Ofen neu beschickt wird.

Fig. 5534 gibt uns eine Skizze eines der neueren Glühöfen, in welchem die Kasten durch Kugelbewegung langsam in den heissesten Theil des Ofens

Fig. 5534.



Glühofen.

gelangen und aus diesem in den minder heissen, hierdurch sich allmälig erwärmend und allmälig abkühlend. Ein Glühkasten bleibt ca. 2—4 Stunden im Wärme-, Glüh- und Kühlofen.

Das zweite Beizen der Weissblechformate mit Schwefelsäure und das darauf folgende, meistens nicht erforderliche Scheuern mit Sand bezweckt, die Bleche, oxydrein und vollständig von jeglicher Unreinigkeit befreit, unmittelbar zur Verzinnung vorzubereiten.

Diese Beize darf 5—8° Areometer stark sein und kann bis auf 70° C. erhitzt werden; die 2—3 Minuten gebeizten Bleche werden dann in passende, viereckige Wasserkasten eingestellt.

Das Beizen soll womöglich immer in steinernen Trögen geschehen, da die Anwendung von Bleikasten aus leicht begreiflichen Gründen den Glanz des Bleches wesentlich beeinträchtigt.

Jene Serie von Zinn- und Fettkesseln, wie solche in einer modernen Blechzinnerei sich befinden, nennt man gewöhnlich Zinnherd oder auch Kesselstrasse. Jeder Zinnherd besteht meistens aus 5 einzelnen Kesseln, theils gefüllt mit Fett oder Zinn und auch mit beiden, wobei dann das Fett sich oben befindet.

Für die Fettbäder verwendet man Unschlitt oder Palmöl, stellenweise auch beides gemischt.

Die Heizungen dieser Kessel befinden sich unter denselben und führen die einzelnen Feuer-Rauchcanäle in einen weiten Kamin, welcher gleichzeitig auch die Fettdämpfe und sonstige Dünste vom Herde ableitet.

Die einzelnen Blechtafeln, welche, wie bemerkt, in den Wasserbottichen der Weissbeize aufbewahrt sind, werden vom ersten Verzinner packetweise den bezügl. Behältern entnommen und nach entsprechender Prüfung einzeln in den ersten Kessel, welcher nur altes, kaum flüssiges heisses Fett enthält, so eingetaucht, dass jede einzelne Seite ganz von Fett bedeckt wird. Dieses erste Fettbad nimmt den Blechen die Feuchtigkeit, da das Wasser hierin verdampft und befördert das gleichmässige Eindringen des Zinnes im zweiten Bade durch die vom Zinn verdrängte Fettschicht.

Zu einer Charge oder einem „Einsatz“ legt man je nach der Dimension der Bleche in diesen Fettkessel 150—400 Tafeln ein, welche alsdann mittelst einer grossen Zange packetweise, oder in einem aus Eisengitter hergestellten Korbe in den Zinn- oder Einbrennkessel eingesetzt werden.

Die Verzinnung im Zinnkessel ist die wichtigste Arbeit von allen, und hängt hievon am meisten die Haltbarkeit und das spätere gute Aussehen der Weissbleche ab. Es darf daher die Verzinnung stets nur bei entsprechender Temperatur des bis oben zu dreiviertel gefüllten Zinnkessels vorgenommen werden. Die Verzinnung wird schlecht und unschön sowohl bei geringer, als auch zu hoher Temperatur des Zinnbades und ist zu achten, dass für dünnere Bleche eine höhere und für dickere Bleche eine niedere Temperatur erforderlich ist. Wenn beim Abziehen der oberen Oxyddecke des Zinnbades die Fläche spiegelhell bleibt und erst nach längerer Zeit sich mit einer gelben Oxydhaut überzieht, dann ist das Bad zu kalt; wenn dagegen die Oberfläche sich sofort mit einer dunkelblauen Decke überzieht oder darauf tropfendes dickflüssigeres Fett gleich Feuer fängt, so ist die Temperatur zu hoch und man kühlt das Bad durch Einlegen von ein bis zwei Zinnblock ab und setzt dann schnell ein, wodurch ohnedies auch eine Abkühlung eintritt.

Vor dem packetweisen Einstellen, d. i. jenem der mit Blechen gefüllter Körbe, aus dem Fettkessel muss das Zinnbad abgeschäumt und vom Oxyd befreit sein; hierauf werden einige Löffel voll Fett aufgegossen und die Charge eingestellt. In diesem Zinnbade bleiben die Bleche je nach Erforderniss und je nach der Temperatur des Zinnbades 10—20 Minuten. Während dieser Zeit muss der Verzinner öfters mittelst einer Zange die Bleche von einander lösen und durch Hin- und Herbewegen das Eindringen des Zinnes zwischen die einzelnen Bleche zu befördern suchen.

Beim Uebergeben in den sog. Bürstkessel soll man darauf sehen, dass das Zinnbad nicht zu heiss ist. Man soll dasselbe zuvor durch kalt eingelegte Zinnblöcke kühlen; raffinirtes neues Zinn würde die Verzinnung erschweren.

Das Bürsten der einzelnen Blechtafeln mittelst einer eigens zu dieser Arbeit verfertigten grossen Hanfbürste hat den Zweck, die durch das Verzinnen und längeres Verweilen in den beiden Zinnbädern sich ansetzenden Oxyd- und

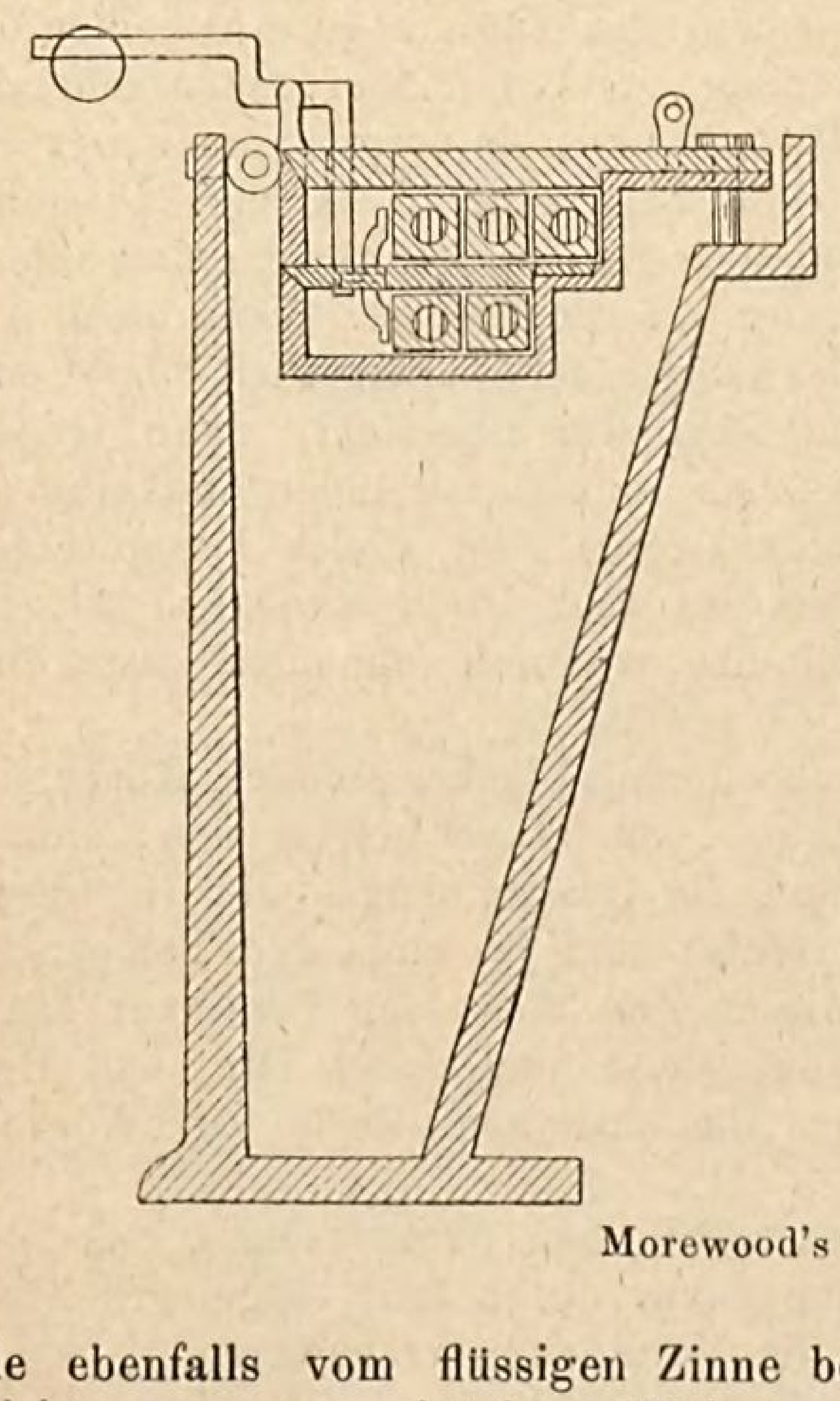
Krätztheile zu entfernen und wird von dem richtigen Durchführen dieses Bürstens sowohl der Glanz als auch die Dichtheit der Verzinnung wesentlich abhängen.

Der Bürster entnimmt jedesmal ca. 20—30 Tafeln dem mit einer dünnen Fettschicht bedeckten Zinnbade und legt solche vor sich auf die Bürstplatte flach nieder, wobei stets zwischen Platte und Blechen eine alte, dickere, verzinnte Blechtafel als Schutz liegen soll. Hierauf nimmt er die Bürste in die rechte, die kleine Bürstzange in die linke Hand und bürstet der Reihe nach die einzelnen Bleche auf beiden Seiten, wobei er mittelst der Zange die Tafeln von einander loslöst und dieselben weiter in den Durchführkessel wirft, oder nach englischer Methode in diesen Kessel eintaucht und abschwenkt und gleich in den sogen. Walzenfettkessel weitergibt.

Während das Zinnbad im Bürstkessel nur bis zu zwei Dritteln denselben füllt, ist der Durchführkessel stets bis zum Rande voll reinen frischen Zinns, welches an der Oberfläche am besten mit frischem Palmöl bedeckt wird, um jede Oxydation zu vermeiden. Beim Durchführen ist darauf zu sehen, dass die Zinnoberfläche unter der Fettschicht stets rein und frei von Schlacken und sonstigen Unreinigkeiten ist, welche sich event. an die durchgeführten Blechtafeln anhängen und dieselben verunstalten. Es muss daher auch von Zeit zu Zeit dieses Zinnbad abgeschäumt und das die Oberfläche bedeckende Fett durch frisches erneuert werden. Das Augenmerk des Durchführers ist auch darauf zu richten, dass alle Bleche gerade und ohne jede krumme, umgebogene Ecke in den Walzkessel eingeführt werden.

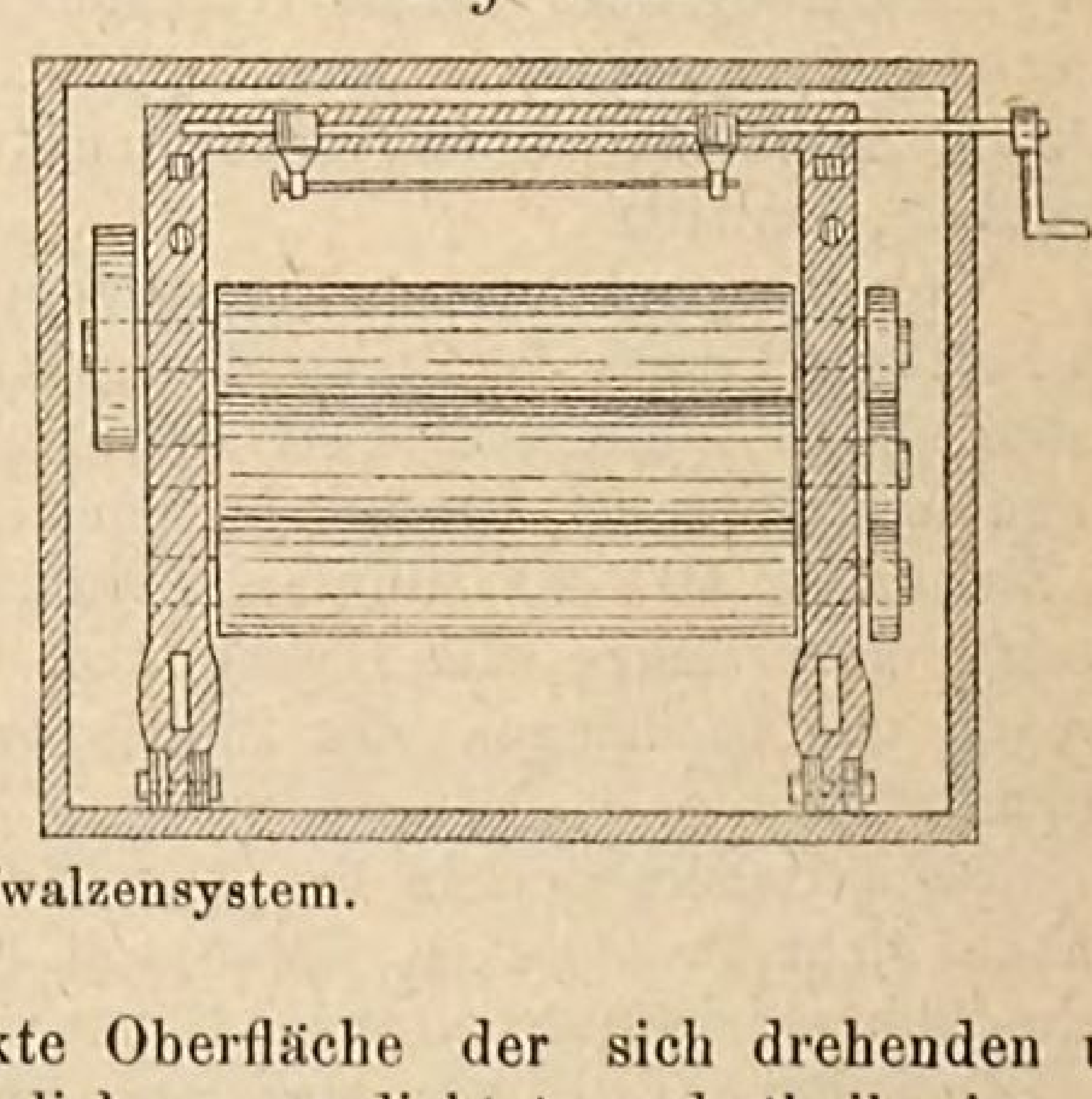
Etwa in dem Jahre 1860 erhielt John Saunders von Kidderminster ein Patent für die Anwendung eines Zweiwalzen-Systems im Fettkessel und im Jahre 1866 E. Morewood ein solches für die Anwendung von fünf Stahlwalzen im Fettkessel.

Fig. 5535.



Der Saunders-Apparat besteht in einem Walzensystem mit zwei sich drehenden Stahlwalzen, welche an der Oberfläche des Fettbades so gelagert sind, dass die seitlich in den Kessel eingestellten Tafeln durch einen einfachen Hebeldruck unter die Walzen gedrückt, von diesen erfasst und langsam aus dem Fettbade herausbefördert wurden. Die flüssige Zinndecke der durchgehenden Tafeln wird durch

Fig. 5536.



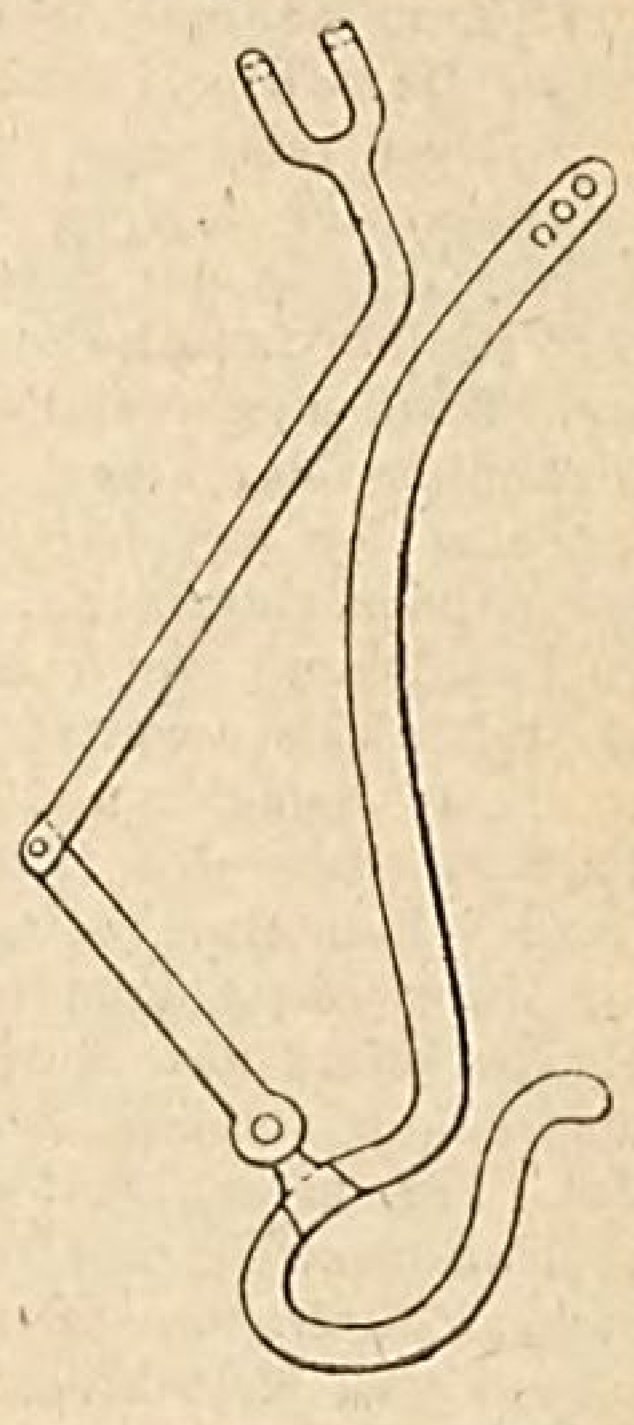
Morewood's Fünfwalzensystem.

die ebenfalls vom flüssigen Zinne bedeckte Oberfläche der sich drehenden und leicht zusammengedrückten Walzen ausgeglichen, verdichtet und theilweise abgezogen, so dass der Zinnauftrag durch die mehr oder weniger zusammengedrückten Stahlwalzen ganz nach Belieben regulirt werden kann.

Durch die Erfahrung, dass der Glanz und die Dichtheit der Verzinnung mit dem jedesmaligen Durchpassiren der einzelnen Bleche durch die Walzen zunimmt, sah man sich veranlasst, statt zwei Walzen deren mehrere und zwar drei, vier, fünf und sogar bis zu achtzehn in einem Kessel anzubringen, um ein öfteres Berühren der Bleche durch die sich drehenden verzinnten Walzen zu erzielen.

Bei der Methode mit fünf Walzen gehen die Bleche durch ein Paar Walzen in den Walzenkessel hinein und kommen durch zwei Paar übereinander liegende Walzen wieder heraus. Von den oberen drei Walzen wird demnach die mittlere Walze doppelt benützt, daher auch früher in der Mitte abgenützt als die anderen Walzen. Die Lagerung der Walzen in dem aus zwei Stücken bestehenden Walzenkessel ist derart, dass in einem Rahmen, welcher zu beiden Seiten des Kessels aufsteht, sich unten zuerst zwei und darüber drei Stahlwalzen entsprechend gelagert befinden. Der Antrieb der Walzen ist derart, dass ein Paar Walzen die Tafeln nach innen und zwei Paar nach aussen, resp. aus dem Kessel heraus befördern. Fig. 5535 u. 5536.

Fig. 5537.



Die Temperatur des Fettbades soll je nach der Blechstärke nicht zu hoch oder zu niedrig sein, indem in beiden Fällen die Bleche ein unschönes Aussehen erhalten. Die richtige Temperatur steht gewöhnlich zwischen 250—300° C.

Die Beförderung der in das Fettbad eingeführten Bleche zwischen die sich nach oben drehenden Walzen geschieht durch einen entsprechenden Korb, welcher mittelst einer Kurbel und eines kurzen Hebels auf- und niedergehoben wird. Es darf dieser Korb nicht früher gehoben werden, als bis die Tafel richtig in denselben hineingefallen ist, resp. die oberen Walzen verlassen hat, da sich sonst die Tafel verbiegen wird und dann gar nicht regelrecht zwischen die Walzen gelangen kann. Fig. 5537.

Sollten die Bleche sich beim Durchgehen durch diesen Apparat irgendwie verbiegen und zerknittern, so ist stets die Ursache in der mechanischen Einrichtung des Korbes zu suchen und dort abzuhelfen.

Die Erzeugung mattverzinnter Bleche erfolgt sehr einfach dadurch, dass der Druck der nach oben sich drehenden Walzen auf die durchgehenden Bleche verstärkt wird. Durch die hierdurch entstehende grössere Spannung wird das Zinn beinahe ganz von den Blechen abgepresst und der Zinnauftrag desto geringer, je grösser der Druck ist, welcher auf die Walzen ausgeübt wird.

Häufig werden die mattverzinnten Weissbleche mit den Mattblechen oder Ternblechen verwechselt. Es sind die letzteren solche Weissbleche, welche ganz ähnlich wie die beschriebenen Glanzbleche erzeugt werden, jedoch mit einer Legirung von Blei und Zinn hergestellt sind. Diese Legirung enthält gewöhnlich 40—50 Proc. Blei und 60—50 Proc. Zinn.

Die eigenthümlichen geradlinigen Fettstreifen, welche man auf den meisten Weissblechen bei näherer Untersuchung findet, rühren her von dem letzten Fettbade, welches die verzinnten Bleche passiren und können in verschiedener Weise und mit mannigfaltigen Mitteln beseitigt werden. Während einzelne Werke hierzu nur Sägespäne benutzen, welche in mehreren entsprechend aufgestellten Kästen sich befinden und in denen nach dem Erstarren des die Oberfläche der Blechtafeln bedeckenden Zinnes die einzelnen Tafeln durch Arbeiterinen auf passende Weise abgewischt werden, schalten andere einen Kasten voll gesiebten gelöschten Kalkes ein, wieder andere benützen eine Serie von Kästen, gefüllt mit Kleien, die meisten aber eine Combination von Mehl und Kleien. Die vom anhaftenden Fett gereinigten Weissbleche werden schliesslich noch mit Rehhäuten, Schafpelzen, Leinen etc. vom Mehlstaube gesäubert und sollen alsdann ein spiegelblankes, silberähnliches Aussehen haben. Man hat auch versucht, diesen Zweck auf mechanischem Wege billiger zu erzielen.

Die Weissbleche dürfen mit dem Putzmaterial nicht zu schnell in Berührung kommen, da sich sonst das Zinn verwischt.

Zu diesem Ende lässt man sie vorher in einem runden, drehbaren Rost erkalten.

Die beschleunigten Verzinnungsmethoden eignen sich aber nur für minderwerthige Fabricate, was theilweise in Deutschland und Oesterreich übersehen wird.

Die Bessemerstahlbleche, sowie die deutschen Stahlbleche erlauben grössere Ansprüche an die Qualität, während Druckbleche für alle gewöhnlichen Druckarbeiten ausreichen. Die Wiener Weltausstellung 1873 hat gezeigt, dass Oesterreich die besten und schönsten Weissbleche liefert.

Die englischen Bleche besitzen meist bei minderer Qualität ein schöneres Aussehen als die österreichischen und deutschen Bleche; dies erklärt sich dadurch, dass die englischen Bleche vor dem Verzinnen fünf- bis sechsmal die Polirwalzen passiren.

Zum Schlusse sei noch Einiges betreffs der Vorschriften zur Herstellung sog. decorirter Bleche, welche sehr einfach sind, erwähnt.

Man reibt gut verzinnte Weissbleche auf einer Seite abwechselnd mit zwei Lappen, von denen der eine in verdünnte Salzsäure, der andere in Natronlauge getaucht wird; durch die Einwirkung der Säure kommen die Krystallisationen des Zinns, welche als Metallmoiré oder Perlmutterimitation bekannt sind, zum Vorschein. Die Bildung des Moirés wird durch Erwärmen und darauffolgendes rasches Abkühlen befördert. Das erstere geschieht über Holzkohlen oder einer erhitzten Eisenplatte, das letztere in verschiedener Weise und bedingt die Form der Krystallisation; durch entsprechende Manipulationen kann man Blumenformen, sog. Atlasmarmorirung, granitähnliche Marmorirung u. dgl. erhalten. Zeichnungen lassen sich ausführen, wenn man die Bleche auf der Rückseite mit dem Löthrohr oder in anderer Art stellenweise erhitzt und sofort in Wasser abkühlt.

Als Beize benützt man eine Mischung aus zwei Theilen Salpetersäure, einem Theil Salzsäure und drei Theilen Wasser. Diese Beize giesst man über die auf die angegebene Weise behandelte Weissblechplatte oder legt die Platte in das Säuregemisch. Ist das Moiré zum Vorschein gekommen, so spült man die Säure rasch ab, trocknet das Blech und überzieht es sofort mit Spirituslack. Meist werden farbige Spirituslacke verwendet und durch Einsprengen anderer Farben die täuschendsten Nachahmungen von Perlmutter, Schildpatt, Irismuschel etc. erzielt. Dieser, grosse Uebung und Sachkenntniss erfordernde Fabricationszweig hat seinen bedeutendsten Vertreter in der Firma J. Asbeck jr. in Barmen, welche Platten von 26 × 37 und 37 × 52^{cm} Grösse in kleinen, geflammten, federartigen oder sechseckigen Krystallisationen in allen denkbaren Färbungen, sowie mit bestimmten Dessins bedruckt, liefert. *Kk.*

Weissbleierz, s. Blei I pag. 570.

Weissbohren. Das Poliren der inneren Höhlung der Gewehrläufe. *E.*

Weissbrühe, s. m. Dégras, s. b. Leder V pag. 349.

Weissbuchenholz, s. Hainbuchenholz IV pag. 234.

Weissdornholz *(aubépine, épine blanche — hawthorn).* Das Holz vom Weiss- oder Hagedorn *(crataegus oxyacantha)*, einem Strauche, dessen Stamm eine Dicke von 15—20^{cm} und eine Höhe von 5 bis 6 Meter erreicht, und ein sehr hartes, zähes, feinzelliges, bräunlich-weisses Holz aufweist, welches zu kleinen Drechslerarbeiten verwendet wird. *E.*

Weisseisen, s. m. grelles Roheisen, s. Eisen II pag. 772 u. III pag. 10.

Weissen, Feinen, s. Eisenerzeugung III pag. 23.

Weisserde, s. m. Weisse Erde, s. Thon IX pag. 235.

Weisserz, s. m. Weisstellur, s. b. Sylvanit VIII pag. 692.

Weisserz, Spatheisenstein, s. Pflinz VI pag. 640.

Weisses Messing *(fonte inoxidable — laiton blanc).* Eine Legirung von 8 Thl. Zink, 1 Thl. Kupfer, 1 Thl. Gusseisen. Diese Legirung ist fast so hart wie Schmiedeisen, leicht zu feilen und zu drehen, gut zur Giesserei geeignet, nicht rostend und eignet sich dieser Eigenschaften und seiner Wohlfeilheit wegen zum Statuenguss. *E.*

Weissfäule, s. Holz IV pag. 384.

Weissfeuer, s. Feuerwerkerei III pag. 474.

Weissgärberei, s. Leder V pag. 342.

Weissgiltigerz, Silberfahlerz, Weissgüldenerz *(argent blanc — white silver ore)*, Min., Krystalle des tesseralen Systems, u. z. tetraëdrisch semitesseral, aufgewachsen, auch eingesprengt oder in körnigen Aggregaten, endlich auch derb. Bleigrau bis in's Stahlgraue, von unebenem feinkörnigen Bruche, Härte = 3—4,

spec. Gew. = 5·0—5·1. Ist ein Silber-Antimonsulfid mit einem bald grösseren, bald geringeren Kupfergehalte neben Eisen und Zink. Die Varietät von Freiberg enthält 31·88 Proc. Silber, 23·43 Proc. Antimon, 20·36 Proc. Schwefel, 15·25 Proc. Kupfer, 7·63 Proc. Eisen und 1·45 Proc. Zink, die Varietät von Wolfach enthält 26 Proc. Kupfer und 18 Proc. Silber. Vorkommen Freiberg und Wolfach. Ist ein wichtiges Silbererz. Unter dem Namen lichtes Weissgiltigerz ist ein auf den Gruben Hoffnung Gottes und Himmelsfürst bei Freiberg vorkommendes Erz bekannt, das die Härte 2·5 und das spec. Gew. 5·4—5·7 hat und bis jetzt nur derb, eingesprengt oder angeflogen, von sehr feinkörniger Zusammensetzung und rein bleigrauer Farbe bekannt ist. Das von der Grube Hoffnung Gottes stammende Erz enthält 38·36 Proc. Blei, 22·39 Proc. Antimon, 22·53 Proc. Schwefel, 5·78 Proc. Silber, 6·79 Proc. Zink, 3·83 Proc. Eisen und nur 0·32 Proc. Kupfer, ist sonach nicht als ein Fahlerz anzusehen. *Gtl.*

Weissguss, Weissmetall. Unter diesen Benennungen werden mehrere Legirungen zusammengefasst, welche als Lagermetalle im Maschinenbau Verwendung finden. Hierher gehören:

Legirungen von 3 bis 6 Gewichtstheilen Zinn auf 1 Thl. Antimon. Beim Zusammenschmelzen legirt man zuerst 1 Thl. Zinn und 1 Thl. Antimon und giesst diese Mischung in das geschmolzene, restliche Zinn.

Ferner Legirungen aus Blei, Zinn und Antimon, z. B. 14·5 Zinn, 16 Antimon und 40 bis 90 Blei, oder 21 Zinn, 21 Blei, 8 Antimon. Die in neuerer Zeit mehrfach genannte „Magnolia“, eine patent. Legirung von Miller, besteht aus 82·6 Proc. Blei, 9·6 Proc. Antimon, 7·4 Proc. Zinn (Summe der analytisch bestimmten Bestandtheile 99·6).

Legirungen von Zinn, Antimon und Kupfer, z. B. 92·92 Proc. Zinn, 6·77 Proc. Antimon, 0·31 Proc. Kupfer (Analyse eines beliebten Antifrictionsmetalles); 125 Theile Zinn, 11 Antimon, 8 Kupfer, oder 80 Proc. Zinn, 15 Proc. Antimon, 5 Proc. Kupfer, oder 76 Proc. Zinn, 17 Proc. Antimon, 7 Proc. Kupfer, oder 10 Theile Zinn, 1 Thl. Antimon, 3 Kupfer oder 18 Thl. Zinn, 3 Thl. Blei, 1 Thl. Kupfer, oder 18 Thl. Zinn, 3 Thl. Antimon, 1 Thl. Kupfer, oder 8 Thl. Blei, 1 Thl. Antimon, 1 Thl. Kupfer, vgl. a. Weissmetall. *Kk.*

Weissherbst, s. m. mit Weisswein, der aus blauen Trauben gewonnen ist, s. Wein X pag. 576.

Weissit, Min. Aeusserlich dem Fahlunit sehr ähnlich, undeutliche Krystalle von grauer oder brauner Farbe und dem spec. Gew. 2·8. Ein wasserhaltiges Silicat mit 54 Proc. Kieselsäure, 22 Proc. Thonerde, 9 Proc. Magnesia, 2 Proc. Eisen- und Manganoxydul, 4·1 Proc. Kali, 0·7 Proc. Natron und 2—3 Proc. Wasser. Vorkommen Fahlun in Schweden. *Gtl.*

Weisskupfer, s. b. Argentan I pag. 190, Nickel VI pag. 352, s. a. weisses Tombak, s. b. Arsenide I pag. 200 und Pétong VI pag. 613.

Weisskupfererz, Min., derb und eingesprengt, spröde, Härte = 5·5, spec. Gew. = 4·7—5·0. Weisslich-speissgelb bis blass-messinggelb. Enthält Kupfer (12·9 Proc.), dann Eisen und Schwefel, aber kein Arsen. Vorkommen Sibirien und Chile. *Gtl.*

Weissmachen, Weisssieden, s. I pag. 159.

Weissmessing, d. i. eine messingähnliche Kupfer-Zinklegirung mit 50 bis 80 Proc. und mehr Zink. Vornehmlich für Gusswaaren bestimmt. Vgl. Weisses Messing pag. 656. *Gtl.*

Weissmetall (*métal blanc — white metal*), s. m. Weissguss. Den Namen Weissmetall führt auch das in der Berndorfer Argentanfabrik hergestellte beste Argentan, welches 20—25 Proc. Nickel enthält (vgl. Nickel VI pag. 353). Als englisches Weissmetall geht eine Legirung für Achsenlager bestehend aus 33 Proc. Blei, 2·4 Proc. Kupfer, 1 Proc. Zink, 10·6 Proc. Antimon und

53 Proc. Zinn. Mit dem Namen Weissmetall werden übrigens auch die für Tafelgeschirr verwendeten Legirungen von Zinn oder Zink mit Kupfermangan und Kupfer, die silberweiss sind, bezeichnet. So z. B. die Legirung von 2 Thl. Zinn, 23 Thl. Zink, 15 Thl. Kupfer und 16 Thl. Kupfermangan, oder von 2 Thl. Zinn, 18 Thl. Zink, 40 Thl. Kupfer und 40 Thl. Kupfermangan. Vgl. Levitzky, Rev. univ. 1880, 16 pag. 171, s. a. D. Ind.-Ztg. 1880 pag. 124. *Gtl.*

Weissnickelkies, s. m. Chloantit, s. d. II pag. 313, s. a. Nickel VI pag. 326.

Weissofen, Raffinirfeuer, s. III pag. 23.

Weisssieden, s. Ansieden I pag. 159, Versilbern X pag. 120.

Weissspiessglanzerz, Weissspiessglaserz, Antimonblüthe (*antimoine oxydé — white antimony*), Min. Meist breitsäulenförmige oder länglich tafelförmige Krystalle des rhombischen Systems, einzeln aufgewachsen oder fächerförmig, büschel- oder garbenförmig, oder auch sternförmig gruppirt oder zu zelligen Drusen vereinigt. Seltener derb oder eingesprengt oder in stengligen oder schaligen Aggregaten. Gelblich- bis graulich-weiss, auch gelblich-grau oder gelblichbraun, aschgrau bis schwarzgrau, selten roth. Theils diamantglänzend, theils perlmutterglänzend, halbdurchsichtig bis durchscheinend. Härte = 2·5—3, spec. Gew. = 5·6. Ist in seinen reinen Varietäten Antimonoxyd. Vork. Přibram, Wolfsberg, Bräunsdorf, Horhausen (Nassau), Allemont, Sansa in Constantine und a. a. O. *Gtl.*

Weissstahl, s. m. Spiegeleisen, s. Eisen II pag. 770.

Weissstein, s. m. Granulit IV pag. 154.

Weisstannenholz, s. Tannenholz IX pag. 755.

Weisstellur, s. Sylvanit VIII pag. 692.

Weissthymianöl, s. Thymianöl IX pag. 462.

Weisszink, s. m. galvanisch verzinntem Zink.

Weitungsbau, s. Bergbau I pag. 394.

Weizen (*froment — wheat*), *Triticum*. Diese schon seit den ältesten Zeiten bekannte und verwendete Getreideart, deren Körnerfrucht die mannigfachste und allgemeinste Anwendung findet, wird fast überall in den gemässigten Zonen cultivirt und gehört sonach zu den verbreitetesten Getreidearten. Das eigentliche Vaterland dieser Graminee, die bisher auch nirgend wildwachsend gefunden wurde, ist unbekannt. Die einzelnen Species dieser das Genus *Triticum* bildenden Pflanze, scheiden sich in die perennirenden Arten, die den Namen Quecken führen und in Sommer- oder Winterpflanzen, welche den eigentlichen Culturweizen bilden. Diese selbst zerfallen wieder in die sog. Spelzarten (s. Dinkel II pag. 631) und die echten oder eigentlichen Weizenarten, welche letztere im Gegensatze zu ersteren, die eine spröde, beim Biegen der Aehre brechende Spindel haben und deren Körner nicht leicht aus den Spelzen gehen, eine zähe Spindel haben und die Körner leicht aus den Spelzen austreten lassen.

Man unterscheidet von diesen eigentlichen oder echten Weizenarten vier verschiedene Species u. z. 1. den gemeinen Weizen, 2. den englischen Weizen, 3. den Glas- oder Gerstenweizen und 4. den polnischen Weizen. Von diesen Species sind der gemeine und der englische Weizen die weitaus wichtigsten.

I. Der gemeine Weizen, *Triticum vulgare L.*, ist eine einjährige Pflanze mit 0·9 bis 1·2^{m} hohem Halme, glatten Blättern und 5—12^{cm} langer Aehre, deren Aehrchen 3 bis 4blüthig glatt oder behaart sind und deren unteren Spelze bald begrannt, bald ohne Grannen ist. Die Aehrchen liegen sammt ihren Spelzen auf der breiten Seite der Aehre wie Dachziegel übereinander, während sie beim englischen Weizen zweizeilig gestellt sind. Der gemeine Weizen wird in 4 Unterarten unterschieden, deren jede eine Anzahl von Spielarten aufweist. Es sind dies:

A. Der Grannenweizen, *Triticum vulgare aristatum.* Derselbe hat Aehren von gewöhnlicher Bauart, nicht kurz und gedrungen, die Körner haben die normale Form, die Aehren sind aber stets begrannt. Von hierher gehörigen Spielarten sind zu nennen:

1. Der glatte weisse Sommerweizen mit haarlosen Spelzen. Die gewöhnlich als Sommerfrucht cultivirte Varietät.

2. Der sammtige weisse Sommerweizen, welcher feinhaarige Spelzen hat, aber nur selten vorkommt.

3. Der rothe glatte Wechselweizen mit glatten, braunrothen Spelzen, meist als Winterfrucht cultivirt.

4. Der braune glatte Winterweizen oder Fuchsweizen, welcher braune haarlose Spelzen hat. Wird namentlich auf schwererem Thonboden cultivirt.

5. Der braune sammtige Weizen mit feinhaarigen braunen Spelzen, oft mit dem vorgenannten gemengt.

6. Der schwarze Weizen mit schwarzen, haarlosen Spelzen. Findet sich ziemlich selten.

B. Der Kolbenweizen, *Triticum vulgare multicum.* Diese Species hat grannenlose Aehren von normaler Länge und nicht gedrungen. Sie umfasst die wichtigsten Spielarten, welche durchwegs Wintersorten sind u. z.:

1. Der gemeine Winterweizen, brauner glatter Kolbenweizen (Aarweizen, Dessauer Weizen), d. i. die in Süddeutschland und Mitteldeutschland gewöhnlich cultivirte Sorte.

2. Der goldgelbe glatte Kolbenweizen, Goldweizen, eine gleichfalls sehr verbreitete, namentlich in sandigen Böden cultivirte Sorte.

3. Der sammtige braune Kolbenweizen, durch seine schön gestalteten Aehren ausgezeichnet, bei uns nicht selbständig, sondern meist nur im Gemenge mit dem braunen glatten Kolbenweizen, in England dagegen allein cultivirt.

4. Der Weissweizen von Palma (Weissweizen von Italien oder von Montpellier) liefert unter allen Weizensorten die schönsten Körner, die dick, weiss und sehr mehlreich sind. Er hat weisse glatte Spelzen. Eine sehr empfindliche, nur guten Boden und kein rauhes Klima vertragende Sorte, die auch leicht zurückgeht und daher häufig durch neuen Samen aufgefrischt werden muss.

5. Der Weissweizen von Talavera, gewöhnlicher Weissweizen, dem vorigen ganz ähnlich gestaltet, doch gelblich gefärbte längliche Körner liefernd. Liebt milde Lage und guten Boden, ist weniger empfindlich als der Palmaweizen und liefert ein sehr mehlreiches Korn, das dem des gemeinen Kolbenweizens stets vorgezogen wird.

6. Der weisse sammtspelzige Weizen, böhmischer Weizen, Moosweizen, kommt in Güte und Mehlgehalt der Körner dem Talaveraweizen gleich, fordert einen sandhaltigen aber gut bündigen Boden und ist noch weniger empfindlich als der vorgenannte.

C. Der Igelweizen, *Triticum vulgare arinaceum.* Die Aehren kürzer und gedrungener als die des Grannenweizens, doch wie dieser begrannt. Die Grannen seitlich mehr abstehend (daher Igelweizen). Die Körner kürzer und dicker als beim Grannenweizen, das Stroh steifer und fester, daher die Halme sich nicht leicht umlegen. Er wird als Sommerfrucht wie auch als Winterfrucht gebaut, und ist die Sommerfrucht dem gemeinen glatten Sommerweizen vorzuziehen, da sie gehaltreichere Körner liefert.

D. Der Bingelweizen, Bickelweizen, *Triticum vulgare compactum.* Die Aehren sind kurz, dick und gedrungen, wie beim Kolbenweizen grannenlos oder höchstens kleine Grannenspitzen zeigend. Man kennt eine braunspelzige und eine weissspelzige Art. Die erstere liefert auf gutem Boden und im milden Klima eine der besten Sommerfrüchte, die weissspelzige liefert mehlreichere Körner und ist in England als Preisweizen in Cultur.

II. Der englische Weizen, *Triticum turgidum.* Diese Species hat eine etwas flache Aehre, an deren beiden Seiten die Aehrchen, wie bei der zweizeiligen Gerste in zwei Zeilen stehen. Die Kelchspelzen sind kurz und dick, scharfkantig, etwas siechelspitzig. Man unterscheidet zwei Unterarten u. z. den gemeinen englischen Weizen und den Wunderweizen.

A. Der gemeine englische Weizen liefert Sommer- und Winterfrüchte. Von den ersteren, die dem Igel- und Bingelweizen entschieden nachstehen, hat man namentlich zwei Sorten, u. z. den weissen glatten gem. engl. Weizen und den weissen sammtigen gem. engl. Weizen. Von den Winterfrüchten, die durch ihre längeren und stärkeren Halme und ihr längeres und härteres Stroh von dem gemeinen Weizen unterschieden sind, unterscheidet man weisse glatte und weisse sammtige, dann braune glatte und braune sammtige, ferner eine bläuliche, eine blaue und eine schwarze Sorte. Von diesen werden am häufigsten der weisse glatte Winterweizen, dann der braune glatte oder Entenschnabel, sowie der braune sammtige Winterweizen auch Glockenweizen genannt, endlich der schwarze Winterweizen oder Mohrweizen gebaut.

B. Der Wunderweizen oder Riesenweizen, Pyramidenweizen, Reichweizen, zeichnet sich durch seine verästelte Aehre aus, die hiedurch eine unregelmässige, eine stellenweise Häufung der Körner zeigende Form gewinnt. Sie hat kurze Grannenspitzen, ist wohl auch ganz grannenlos. Er fordert einen sehr kräftigen Boden und geht auf magerem Boden sowie bei kühler Witterung leicht in den gemeinen englischen Weizen zurück, wintert leicht

aus und bildet selten dichte Bestände, weshalb er für die Landwirthschaft keinen besonderen Werth hat. Den Namen Pyramidenweizen hat er erhalten, weil seine Aehren angeblich in den ägyptischen Pyramiden gefunden worden sein sollen.

III. Der Glasweizen, *Triticum durum*, harter Weizen, wälscher Weizen, Gerstenweizen, hat fast walzenförmige, sehr lang begrannte Aehren, dünnhäutige Kelchspelzen, die dreimal so lang als breit und stachelspitzig sind. Die Grannen kommen bei einzelnen Spielarten theils weiss, theils schwarz gefärbt vor, ohne dass diese Färbungen indessen constant wären. Man unterscheidet Spielarten mit bläulich gefärbten Aehren, solche mit braunen Aehren und glatten Spelzen und mit sammtigen Spelzen, solche mit weissen Aehren und glatten Spelzen und mit sammtigen Spelzen, endlich solche mit kurzen weissen Aehren. Sie sind durchwegs Sommersorten. Eine durch die besonders kurze, etwas breitgedrückte und an den breiten Seiten zweizeilige Aehren abweichende Unterart, die in einer weissen und einer rothbraunen Spielart vorkommt, liefert ebenfalls nur Sommerfrüchte und hat der Glasweizen darum für unsere Landwirthschaft nur einen untergeordneten Werth. Dagegen ist er im Kaukasus die herrschende Weizensorte und wird auch in Italien häufig cultivirt. In diesen Ländern entwickeln sich die Aehren viel üppiger und das Korn weit voller und dient diese Weizenfrucht namentlich als Materiale für die Fabrication der Macaroni.

IV. Der polnische Weizen, *Triticum polonicum*, Doppelweizen, walachisches, astrachanisches, ägyptisches Korn, Gommer. Durch die schmucke Form der langbegrannten Aehren und die über 1cm langen dünnen häutigen Spelzen ausgezeichnet und leicht kenntlich. Die Körner sind lang, schmal, den Roggenkörnern ähnlich, aber weit grösser als diese und liefern ein Mehl, das dunklerfärbig ist als das der meisten anderen Weizensorten. Man unterscheidet eine Spielart mit rundlicher Aehre, die entweder grannenlos oder mit kleinen spitzen Grannen oder endlich auch mit langen Grannen vorkommt und den sog. gemeinen poln. Weizen darstellt, und eine Spielart mit kurzer gedrängter, etwas abgeflachter Aehre, an deren beiden Seiten die Aehrchen zweizeilig gestellt sind. Der polnische Weizen, der ausschliesslich Sommerfrüchte liefert, wird in unseren Gegenden, nur wenn er sehr zeitlich im Frühjahre gebaut werden kann, körnerreich, sonst bleibt die Aehre meist flattrig und z. Thl. taub, weshalb diese Weizenart für die Landwirthschaft Deutschlands und Oesterreichs keine Bedeutung hat.

Der Weizen ist neben dem Korn die wichtigste Getreidefrucht und bildet namentlich einen Hauptartikel des Getreide-Grosshandels sowohl auf den Landmärkten als auch auf den Seeplätzen. Die weitaus grösste Production an Weizen haben Südrussland, Polen, Ungarn, das Banat und die Donaufürstenthümer. Es hat namentlich in den letzten Decennien Ungarn einen grossartigen Export an Weizen aufzuweisen gehabt und hat der früher tonangebenden Stellung, die Russland auf dem Weltmarkte für Weizen inne hatte, mit Erfolg Concurrenz gemacht. Neuestens ist auch Amerika mit seiner insbesondere in Chile im grossartigen Style betriebenen Weizencultur auf den europäischen Märkten in die Concurrenz getreten und liefert zur Zeit grosse Massen dieses Getreides zu verhältnissmässig billigen Preisen nach Europa.

Als die besten europäischen Weizensorten gelten die aus dem Bacser und dem Weissenburger Comitat in Ungarn, dann der Banater Weizen, doch ist der niederösterreichische Weizen meist schöner und feiner als diese, kommt jedoch in weit geringerer Menge in den Handel. Für die Qualität des Weizens ist neben der Farbe und der Form, sowie dem Mehlreichthum der Körner, der Beschaffenheit der Schale (ob dick- oder dünnschalig), der schlechteren oder besseren Reinigung, vornehmlich das Gewicht der Masseinheit entscheidend und hat von mehreren Weizensorten stets diejenige den grösseren Werth, die bei gleicher Reinheit das höhere Gewicht der Masseinheit aufweist.

Der Weizen enthält gleich den übrigen Getreidekörnern als wesentliche Bestandtheile Stärkemehl, Dextrin, Gummi, Zucker, Albumin, Kleber, Fett, Cellulose, Extractivstoffe und Wasser neben Aschenbestandtheilen. Der Gehalt an diesen einzelnen Bestandtheilen schwankt natürlich je nach der Sorte, dann aber auch für ein und dieselbe Sorte je nach der Bodenbeschaffenheit, den Witterungsverhältnissen u. s. w. Nach den Analysen von Peligot ergeben sich als Grenzwerthe für die einzelnen Bestandtheile folgende Zahlen: Stärkemehl 67·1 bis 55·1 Proc., Gummi und Zucker 10·5—5·4 Proc., Albumin 2·4—1·4 Proc., Kleber 19·8—8·1 Proc., Fett 1·9—1·0 Proc., Cellulose 2·3—1·5 Proc., Wasser 15·2 bis 13·2 Proc., Asche 1·9—1·4 Proc. Nach Müller ergaben sich *a)* für eine Sorte Winterweizen, dessen Gewicht 76·75 Kilo pro Hektoliter betrug und *b)* für eine

zweite Sorte desselben Weizens von 52·55 Kilo pro Hektoliter folgende Bestandtheilsmengen:

Stärkemehl *a*) 64·38 Proc., *b*) 58·84 Proc. Zucker *a*) 1·41 Proc., *b*) 2·40 Proc. Stickstoffhaltige Substanzen *a*) 11·84 Proc., *b*) 12·97 Proc. Fett *a*) 2·61 Proc., *b*) 2·39 Proc. Cellulose *a*) 2·54 Proc., *b*) 6·04 Proc. Wasser *a*) 15·65 Proc., *b*) 15·56 Proc. Asche *a*) 1·57 Proc., *b*) 1·80 Proc.

Oudemans fand 57·0 Proc. Stärkemehl, 4·5 Proc. Gummi und Dextrin 9·27 Proc. Pflanzenfibrin, 0·42 Proc. in Alkohol löslicher Substanz, 1·81 Proc. Eiweissstoffe, 1·8 Proc. Fett, 1·4 Proc. Extractivstoffe, 6·1 Proc. Cellulose, 16·0 Proc. Wasser und 1·70 Proc. Asche.

Der Stickstoffgehalt verschiedener Weizenkörner schwankt zwischen 1·47 Proc. und 2·2 Proc. Im Durchschnitte betrug derselbe nach Lawes und Gilbert 1·98 Proc. Die Asche der Weizenkörner enthält als wesentliche Bestandtheile Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Kieselsäure, Eisenoxyd, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor. Als Mittelwerthe aus 32 von verschiedenen Chemikern ausgeführten Analysen von Weizenasche, deren Menge im Mittel für 100 Thl. frischer Weizenkörner zu 1·67 Proc. und für 100 Thl. bei 100° C. getrockneter Körner zu 1·93 Proc. gefunden wurde, ergeben sich folgende Zahlen: Kali 27·97 Proc., Natron 3·90 Proc., Magnesia 12·30 Proc., Kalk 3·40 Proc., Kieselsäure 3·35 Proc., Eisenoxyd 0·79 Proc., Phosphorsäure 46·0 Proc., Schwefelsäure 0·33 Proc., Chlor als Chlornatrium 0·90 Proc.

Das Verhältniss des Phosphorsäuregehaltes zum Stickstoffgehalte schwankt bei Weizenkörnern nach W. Mayer zwischen 100 : 183 und 100 : 219.

Für verschiedene Sorten Weizenmehle fand v. Bibra folgende Zusammensetzungsverhältnisse und zwar *a*) Grobmehl, *b*) feinstes Mehl, *c*) feinstes Mehl anderer Sorte:

Wasser *a*) 14·25 Proc., *b*) 15·54 Proc., *c*) 14·44 Proc. Stärke *a*) 61·79 Proc., *b*) 63·64 Proc., *c*) 65·33 Proc. Kleber durch Kneten abscheidbar *a*) 6·60 Proc., *b*) 3·50 Proc., *c*) 3·07 Proc. Albumin *a*) 1·45 Proc., *b*) 1·34 Proc., *c*) 1·38 Proc. Pflanzenleim *a*) 0·47 Proc., *b*) 0·76 Proc., *c*) 0·87 Proc. Caseïn *a*) 0·28 Proc., *b*) 0·37 Proc., *c*) 0·42 Proc. Pflanzenfibrin *a*) 5·04 Proc., *b*) 5·19 Proc., *c*) 5·17 Proc. Zucker *a*) 2·35 Proc., *b*) 2·33 Proc., *c*) 2·30 Proc. Gummi *a*) 6·50 Proc., *b*) 6·25 Proc., *c*) 5·82 Proc. Fett *a*) 1·25 Proc., *b*) 1·07 Proc., *c*) 1·17 Proc. Gesammtstickstoff *a*) 2·04 Proc., *b*) 1·73 Proc. *c*) 1·69 Proc.

Die Analyse der Weizenkleie ergab nach demselben 12·7 Proc. Wasser, 3·5 Proc. Albumin, 5·8 Proc. Pflanzenleim, 0·22 Proc. Caseïn, 8·3 Proc. in Wasser und Alkohol unlösliche stickstoffhaltige Substanz, 4·3 Proc. Zucker, 8·85 Proc. Gummi, 3·79 Proc. Fett, 21·76 Proc. Stärkemehl und 30·65 Proc. Cellulose. *Gtl.*

Weizen türkischer, s. m. Mais V pag. 716.

Weizenkleber, s. Kleber IV pag. 776.

Weizenmehl, s. Mehl V pag. 783.

Weizenstärke, s. Stärke VIII pag. 394 und 414.

Weldonprocess, s. m. Braunsteinregenerationsverfahren, s. Mangan V pag. 732.

Weldonschlamm, s. m. Manganschlamm, s. Mangan V pag. 734.

Wellbaum *(arbre du barillet — arbor)*, Achse des Federhauses der Uhren, s. a. Wellen.

Wellblech und seine Herstellung. Das gewellte Eisenblech findet unter der Bezeichnung „Träger-Wellblech“ oder „Wellenblech“ in neuerer Zeit so vielseitig Verwendung, dass die Beschreibungen von Verfahren zur Herstellung desselben wohl besonders angezeigt erscheinen. In Hinsicht der Anwendung und

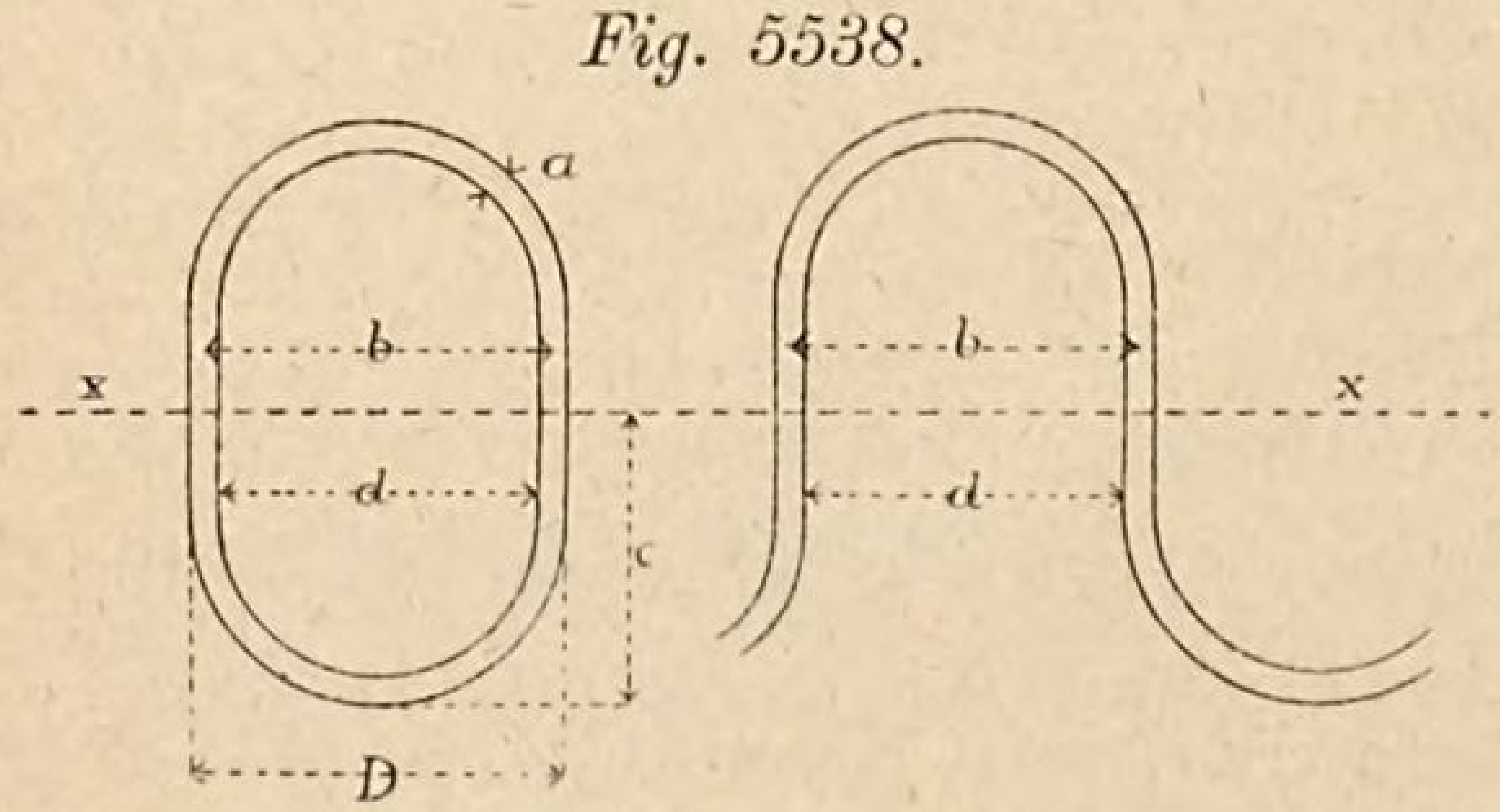
Festigkeit des Träger-Wellbleches veröffentlichte Prof. W. Ritter in der Riga'schen Industrie-Zeitung eine ausführliche Abhandlung.

Man hat bekanntlich schon vor 2 Jahrzehnten angefangen, Wellblech als Dachdeckungsmaterial und als Unterlage für die Beschotterung eiserner Brücken zu verwenden (Dingler pol. Journ. 1858, 149 pag. 398); in den letzten Jahren jedoch weist die Anwendung desselben einen auffallenden Aufschwung und überraschende Vielseitigkeit auf. Ausser zu den beiden eben genannten Zwecken wird das wellenförmig gekrümmte Blech jetzt zur Construction von Fussböden, Decken und Wänden, zu Treppen, Balkonen, zu Thüren, Fensterläden, Jalousien u. dgl. verwendet, ganz abgesehen von Verwendungsarten, zu welchen dieses Material vorläufig erst empfohlen wird. Selbst bei der Construction von Dampfkesseln (D. J. 1864, 172 pag. 313; 1869, 191 pag. 345; 1878, 227 pag. 503) findet es mit vorzüglichem Erfolge Anwendung. Den Grund, weshalb das Wellblech zu solcher Blüthe gelangte, hat man wohl hauptsächlich in der vervollkommneten Herstellungsweise und, was damit zusammenhängt, in mannigfaltigerer Profilform und grösserer Billigkeit zu suchen; die neueren Wellbleche besitzen namentlich gegenüber ihren Vorfahren eine im Verhältniss weit grössere Wellenhöhe, wodurch sie selbstverständlich zu Tragconstructionen geeigneter werden (daher auch der neuerdings beliebte Name „Träger-Wellblech"). Während sich die einzelnen Wellen in den früheren Fabrikaten aus einfachen Halbkreisen zusammensetzten oder sogar noch flacher verliefen, also die Wellenhöhe höchstens gleich der Wellenbreite war, wird jetzt zwischen Wellenberg und Wellenthal ein gerades Stück eingeschaltet, und so das Widerstandsmoment des Querschnittes wesentlich vergrössert. Dieser eingeschaltete „Steg" steht bei den einen Wellblechen vertical, bei anderen mehr oder weniger schief. Einen besonderen Einfluss auf diese Gestaltsveränderung scheint die Fabricationsweise ausgeübt zu haben.

Anfänglich bediente man sich zur Herstellung des gewellten Bleches gusseiserner Patrizen und Matrizen, zwischen welche die erwärmten Bleche gelegt und mittelst einer Presse zusammengedrückt wurden. Später versuchte man hiezu den Dampfhammer zu benützen, indem die Patrize am Bär befestigt wurde. Längere Zeit sodann wurde das Wellblech gewalzt und zwar indem man das glatte Blech langsam durch kannellirte Walzen gleiten liess. Die Cannelüren liefen dabei in der Richtung der Walzenlänge, so dass die Länge der Tafeln durch die Länge der Walzen begrenzt war. Es ist klar, dass hiebei nur niedrige Wellen, deren Höhe höchstens gleich der Breite war, erzeugt werden konnten.

Ausser Eisen wird jetzt auch Flussstahl zu Wellblech verarbeitet, wodurch sich dessen Verwendungssphäre noch wesentlich erweitert.

Fig. 5538.



Die Dimensionen der Wellbleche schwanken zwischen recht weiten Grenzen, die Wellenbreite b (Fig. 5538) nach den Prospecten, welche dem Verfasser vorlagen, zwischen 10 und 65^{mm}. Die Wellenhöhe $2\,c$ zwischen 10 und 100^{mm}, die Blechdicke a zwischen 1 und 5^{mm}. Die Grösse der Tafeln, bis zu welcher das Wellblech geliefert wird, hat auch gegen früher zugenommen, doch noch immer nicht so viel, als es für manche Zwecke wünschenswerth wäre. Die Breite der Tafeln beträgt 0·5 bis 1^{m}, die grösste Länge, je nach den Profildimensionen, 2 bis 4^{m}. Auf Verlangen werden die Tafeln auch gekrümmt (bombirt) geliefert und zwar für die kleineren Blechdicken 1—$1·5^{mm}$ bis zu 3 und $2·5^{m}$ Radius hinunter.

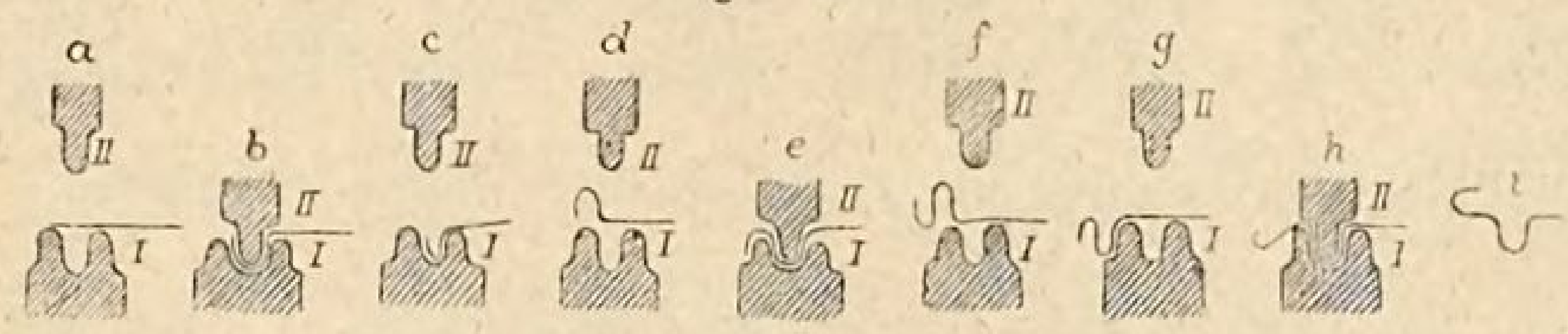
Zum Studium der gegenwärtig gebräuchlichen Verfahren und Maschinen zur Herstellung der Wellenbleche enthalten die deutschen Patentschriften reiches Material.

Von C. L. Wesenfeld in Barmen wurde (D. R. P. Kl. 7, Nr. 2469, vom 23. August 1877) eine Maschine zur Herstellung von sogenanntem „Trägerblech" patentirt, eines Wellbleches, dessen Wellenhöhe grösser ist als seine Wellenbreite.

Das hier eingeschlagene Verfahren ist ein Stanzverfahren und die Durchführung desselben folgende:

Denken wir uns als untere Form ein Metallstück, zwei Wellen darstellend, in Fig. 5539 mit *I* bezeichnet, und als Pressstempel ein Metallstück *II*, so dass

Fig. 5539.



Erzeugung von Wellblech mit zwei Stempeln.

beide zusammen ein Schema ergeben, wie in Fig. 5539 bei *a* (in geöffneter Stellung) zu sehen, so wird bei dem ersten Heruntergehen des Stempels *II* in die Form *I* die erste Welle gebildet (vergl. *b* Fig. 5539).

Das Natürlichste wäre nun, das Blech mit der so gebildeten Welle nach Hochgang des Stempels aus der Form zu heben, um ein zur Bildung der neuen Welle nöthiges Flächenstück weiter zu rücken, und wieder den Pressstempel herunter gehen zu lassen (*g* Fig. 5539). Dies geht aber wider Erwarten nicht, da der Stempel, wenn er, wie zur Bildung gut geformter Wellen nöthig, richtig in die Form passt, sofort beim Eintreten in die Form das Blech mit der unteren linken Kante gegen die obere rechte Kante des Lückenzahnes der Form pressen, das Blech stark ziehen und in Anspruch nehmen, ausserdem aber noch die vorher gebildete Welle mit in die neue hineinziehen und bedeutend derformiren würde, etwa wie bei *h* Fig. 5539.

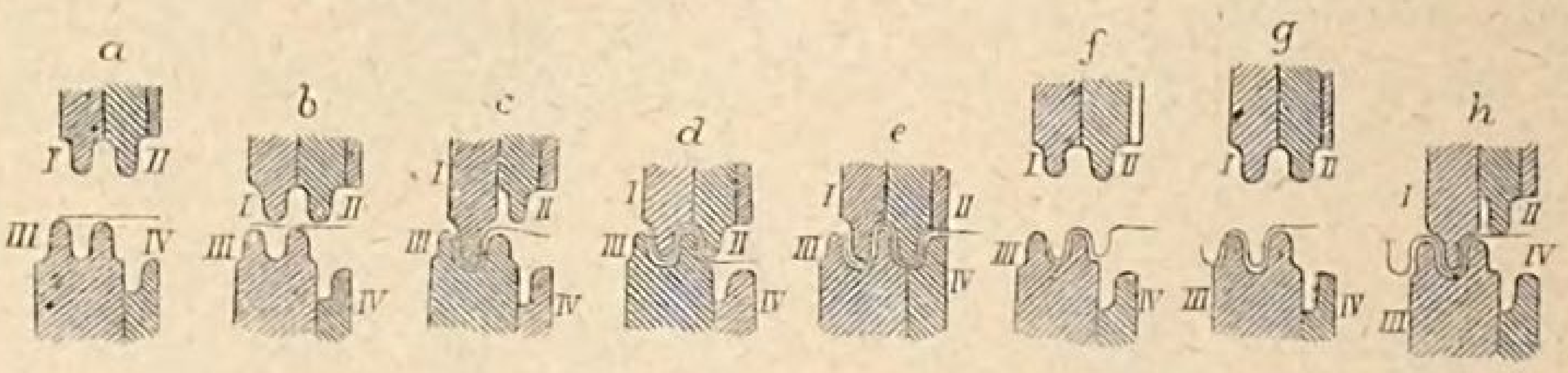
Würde man bei der Bildung der neuen Welle das Blech so weit vorschieben, dass die vorhergehende Welle nicht mehr in Mitleidenschaft gezogen wird, so würde eine Gleichförmigkeit des Materials unmöglich werden, weil sich dasselbe dann etwa wie bei *i*, Fig. 5539, deformiren würde.

Versuche haben nun ergeben, dass das Biegen eines solchen Trägerbleches nur möglich ist, wenn jedesmal (mit Ausnahme der ersten Welle) nur eine halbe Welle gebogen wird, und zwar in der Weise, wie es unter Benützung der in Fig. 5539 *a* bis *f* dargestellten Arbeitsstellungen beschrieben werden soll. 1. Anfangsstellung *a*; 2. Bildung der ersten vollständigen Welle *b*; 3. das Wellblech wird herausgehoben und umgedreht (*c* und *d*). Dieses ist der wesentliche Theil bei diesem neuen Verfahren in Verbindung mit der Bildung der halben Welle. 4. Die Stellung *e* zeigt die Bildung der dritten halben Welle, wobei das Blech durch die vorstehende rechte Kante des Stempels wagrecht gedrückt werden muss. 5. Der Stempel wird dann wieder gehoben, ebenso das Blech und letzteres wieder umgekehrt, worauf die Stellung *f* und die Bildung der 4. halben Welle folgt. 6. Nach fernerem Umdrehen schreitet man zur Bildung der fünften halben Welle. Mit einer kräftigen Stanzmaschine, verbunden mit einer guten, momentan wirkenden Ausrückung, in welche die angedeutete Form und der Stempel eingesetzt werden, lässt sich demnach das betreffende Material bei richtiger Manipulation ganz gut, wenn auch langsam, herstellen.

Um jedoch das sehr lästige und zeitraubende Umdrehen des Bleches zu vermeiden, kann man jede zweite halbe Welle, anstatt das Blech umzukehren, durch einen von unten nach oben wirkenden Stempel bilden, welcher abwechselnd

mit dem oberen wirkt, so dass man nur nach jeder vollen Welle nöthig hat, das Blech um eine Welle weiter zu schieben. Dem entsprechend ist die Einrichtung der Maschine entsprechend abgeändert. Betrachten wir das in Fig. 5540 unter *a* bis *h* dargestellte dazu gehörige Schema, um die Wirkung derselben zu vergegenwärtigen. Es sind hier im Ganzen vier Formen, zwei obere *I* und *II*, und zwei untere *III* und *IV*.

Fig. 5540.

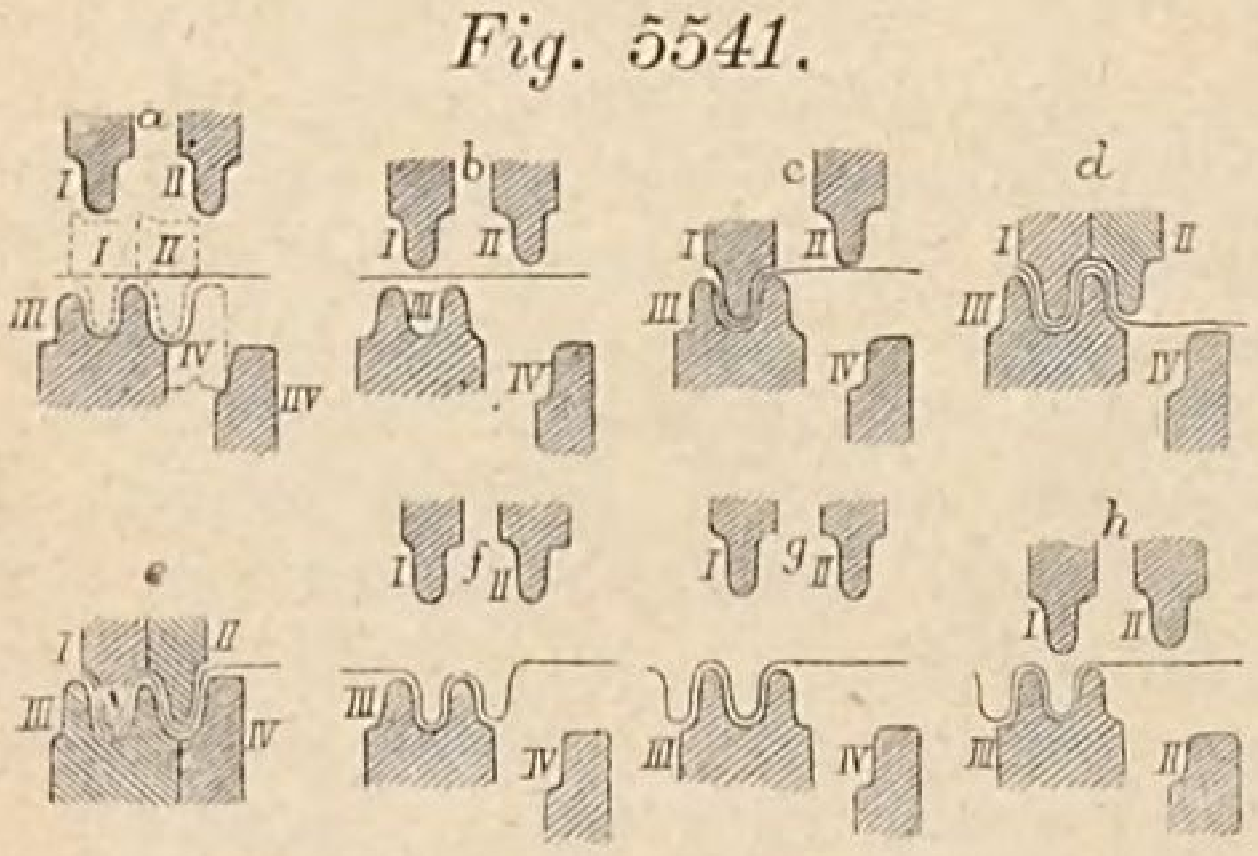


Wellblech-Erzeugung mit vier vertical bewegten Stempeln.

Die Stellung *a* zeigt den Anfang der Fabrication. Das Blech liegt über der feststehenden Form *III*, während Form *IV* nach unten gefallen ist. Dann bewegt sich Form *I* und *II* abwärts bis zur Berührung des zu biegenden Bleches, wie die Stellung *b* zeigt. Es bleibt darauf Form *II* stehen und Form *I* dringt in Form *III* ein, auf diese Weise die erste ganze Welle biegend, Stellung *c*; dieses ist aber die einzige Welle, welche auf einmal fertig gebogen wird; alle anderen Wellen werden immer nur halb gebogen, oder besser, es wird stets nur eine halbe Welle auf einmal gebogen. Die Stellung *d* zeigt Form *II* hinabgehend und so die dritte halbe Welle biegend; *e* zeigt die Form *IV* in die Höhe steigend, wobei die 4. halbe Welle gebogen wird. Ist dieses geschehen, so gehen Form *I* und *II* hinauf und Form *IV* herunter, wie bei *f* zu sehen, so dass man nun das Blech herausheben und in die Lage *g* bringen, d. h. eine Welle weiter legen kann. Es beginnt dann von neuem dasselbe Spiel, jedoch so, dass immer nur eine halbe Welle gefertigt wird, während Form *I* auf *III* die vorhergehende Welle festhält und so ein Verziehen derselben bei Bildung der neuen Welle hindert und sie dergestalt der Form nach erhält.

In der Folge wurde von C. L. Wesenfeld dieses Verfahren abgeändert (D. R.-P. Kl. 7, Nr. 2490 vom 25. August 1877). Diese Maschine unterscheidet sich von der vorgenannten wesentlich dadurch, dass die Pressformen, welche die einzelnen halben Wellen pressen, nicht stets senkrecht auf und abgehen, wodurch das Material des Bleches nicht so stark in Anspruch genommen wird und nicht so sehr leicht zum Reissen geneigt ist. Beim Niedergang bewegt sich der Stempel *II*, bezw. *IV* beim Aufgang, in horizontaler Richtung, so dass sie das Blech an die Form heranbiegen, ohne es über die Kanten derselben hinwegzuziehen. Auch bei dieser Maschine wird mit Ausnahme der ersten Welle stets nur eine halbe Welle gepresst.

Fig. 5541.



Wesenfeld's Stempelbewegung.

Betrachten wir zuerst das in Fig. 5541 dargestellte Schema, um zu sehen, wie die Bewegung der Formen *I* und *IV* von statten geht. Bei *a* ist die Anfangsstellung zu sehen. Zu bemerken ist, dass die Form *III* hier feststeht, *b* zeigt Form *I* und *II* bis zur Berührung des Bleches herabgegangen; dann dringt, wie bei *c* gezeigt, Form *I* in Form *III* ein, und bildet die erste ganze Welle, die einzige ganze Welle, welche überhaupt gebildet wird. Wie bei *d* zu sehen,

ist Form *II* nunmehr seitlich abwärts nach links gegangen, indem sie das Blech bei demjenigen Punkte angriff, der genau auf den untersten Punkt der Form passt und dasselbe ohne jede andere Inanspruchnahme als durch Biegung an die andere Form *III* hinandrückte. Hierin beruht das Wesentliche dieser Maschine, indem dadurch möglich wird, Bleche von geringerer Qualität zu Wellen zu verarbeiten, was bei den früheren Constructionen nicht möglich war, weil das Blech sich um die runde Form herumziehen musste und daher sehr stark in Anspruch genommen wurde. *e* in Fig. 5541 zeigt dann die Form *IV* in derselben Weise mit seitlicher Bewegung nach oben gehend und die fernere halbe Welle bildend; *f* veranschaulicht alle 4 Formen, wieder auseinandergerückt, so dass das mit zwei Wellen versehene Blech herausgehoben, und nun eine Welle weitergerückt, in die untere feste Form *III* gelegt werden kann, wie es bei *g* zu sehen ist. Bei *h* beginnt dann dasselbe Spiel von Neuem, so dass diese Stellung mit *b* übereinstimmt.

Von C. Pfeiffer in Berlin (D. R. P. Kl. 49 Nr. 9844 vom 14. Dec. 1879) ist zur Herstellung von Träger-Wellblech für grössere Blechstärken, als sie auf Excenterpressen zur Verarbeitung kommen können, in letzter Zeit eine hydraulische Presse construirt worden in einer Anordnung, welche es ermöglicht, das zu wellende Blech vertical aufzuhängen und so dem Arbeiter die Mühe der Handhabung der Blechtafeln zu erleichtern. Hierbei wird nach jedesmaligem Pressen einer halben Welle und dem folgenden Rückgange beider Pressbalken, von denen der untere horizontal vorgeschoben in die fertige Welle sich einlegt, während der obere geradlinig in schiefer Richtung abwärts bewegt, die nächste halbe Welle biegt, die abbalancirte Blechtafel in die Höhe gezogen, umgewendet und wieder in die Vorsprünge für zwei Wellenvertiefungen eingeführt, welche die Matrize vertical über einander aufweist.

Das Pressen geschieht durch vier Presscylinder, von welchen auf jeden Pressbalken zwei einwirken. Die beiden unteren, horizontal liegenden kleineren Cylinder bewirken das Festhalten und Ausarbeiten der bereits gebogenen Welle, während die beiden oberen schief liegenden Cylinder das Biegen des Bleches vornehmen.

Zum Schlusse dieser Uebersicht sei noch kurz auf die in Dingl. p. J. 1878 227 pag. 503 bereits erwähnte Herstellung von gewellten Feuerröhren für Dampfkessel hingewiesen, welche von S. Fax in Leeds (Presse, D. R.-P. Kl. 49 Nr. 1099 vom 27. Sept. 1877 und Walzwerk D. R.-P. Kl. 49 Nr. 2935 vom 2. Oct. 1877) patentirt wurde. *Sch.*

Wellen (*treuil — winch*) sind Maschinentheile cylindrischer Form, bestimmt rotirende Bewegung weiter zu leiten, wodurch sie selbst auf Torsion in Anspruch genommen sind. Die mit den Wellen verwandten und sprachlich oft vermengten Achsen unterscheiden sich dadurch wesentlich, dass sie nie auf Torsion allein, sondern auf Biegung oder Biegung und Torsion beansprucht sind. Die Wellen werden aus gewalztem Rundeisen durch Geraderichten und Abdrehen, sowie Andrehen der End- und Halszapfen hergestellt und bezeichnet man die oft sehr langen, gekuppelten Wellen, welche längs der Arbeitslocale, häufig nahe der Wand und Decke hingezogen sind, als Transmissions-Wellen. Zur Lagerung dieser Wellen dienen mit Vortheil die Seller'schen Lager (V pag. 233). Vergl. a. Schmieden VII pag. 747 und das im Art. Transmission über Wellenreibung IX pag. 606 Gesagte. *Kk.*

Wellenblechdach, s. Dach II pag. 495.

Wellenstuhl, Posamentirstuhl, s. Weberei X pag. 479.

Wellentheorie, s. b. Licht V pag. 511, s. a. Schall VII pag. 570 und Wärme X pag. 157.

Wellerdecke, Windelboden, s. Decke II pag. 594.

Wellerwand, Wand aus Lehm mit Häcksel, s. Pisébau VI pag. 734.

Weltauge, s. m. Hydrophan IV pag. 456.

Welter's Bitter, s. m. Pikrinsäure VI pag. 723.

Wemysskohle, s. b. Steinkohle VIII pag. 466.

Wendeisen *(tourne-à-gauche — wrench)*, Windeisen, ist ein mit einem viereckigen Loche versehenes Eisen, bestimmt einen Bolzen mit Vierkant, z. B. einen Bohrer, zu drehen. *E.*

Wendelbaum, gleichbedeutend mit Spindel einer hölzernen Wendeltreppe.

Wendelstufe, s. Stiege VIII pag. 553.

Wendeltreppe, s. Stiege VIII pag. 553.

Wender, Wendewalzen, s. Baumwollspinnerei I pag. 333.

Werft *(chaîne — warp)*, Zettel, Kette, s. Weberei X pag. 454.

Werg *(étoupe — tow)*, Abwerg, Werrig, Hede, s. Flachs und Flachsspinnerei III pag. 526 u. III pag. 538.

Wergkratzmaschine *(carde à étoupes)*, s. III pag. 561.

Wergspinnerei, s. III pag. 558.

Werk, die am Webstuhle angebrachten Schäfte sammt den Mitteln zu ihrer Bewegung, s. Weberei X pag. 455.

Werkbank *(établi — bench)*, jene Arbeitsbank (richtiger Tisch), an welcher gewisse Hilfsvorrichtungen, z. B. der Schraubstock, befestigt sind und an welcher meist stehend gearbeitet wird. *E.*

Werkblei, s. b. Blei I pag. 569.

Werkholz *(bois douvrage, bois de travail — timber)*, s. Nutzholz VI pag. 378.

Werklopp, Hausgarn. Die Haspelung von 1000 Fäden Leinengarn, 100 in jedem Gebinde. *E.*

Werksatz, s. Dach II pag. 466.

Werkstück, im Allgemeinen gleichbedeutend mit Arbeitsstück, im Besonderen ein behauener Stein *(pierre taillée — pared stone)*, s. Quadermauerwerk VII pag. 213.

Werkzeuge (*outils — tools*) sind im allgemeinsten, technischen Wortsinne alle Hilfsmittel zur Erreichung einer mechanischen Wirkung, im engeren Sinne aber jene Geräthe, welche durch die menschliche Hand geführt und getragen zur Anwendung kommen, um mit ihnen mechanische Wirkungen zu erzielen, insbesondere mechanische Arbeit als Formänderungsarbeit zu leisten.

Im technologischen Sinne kann man die Werkzeuge eintheilen in:

Werkzeuge zum Festhalten: Zangen, Feilkloben, Schraubstöcke etc., vgl. VIII pag. 27.

Werkzeuge zum Messen: s. Messwerkzeuge VI pag. 89;

Werkzeuge zum Linienziehen: s. Zeicheninstrumente;

Werkzeuge zur Formänderung: Axt, Messer, Hammer, Meisel u. s. w.

In Bezug auf die letzte Gruppe von Werkzeugen sollen im Folgenden einige Betrachtungen Raum finden, indem dieselben geeignet sind, auf diesem Gebiete zu Uebersichten zu führen, betreffs welcher auch bereits wiederholt auf diesen Artikel verwiesen wurde. Vorwaltend sind es zwei Wege der Betrachtung, welche zu schätzenswerthen Erkenntnissen führen: der geschichtliche Weg, welcher Aufschlüsse über die Entwicklung der Werkzeuge liefert und der technologische Weg, welcher die Einwirkung der Grundformen der Werkzeuge auf die verschiedenen Materialien kennen lehrt.

Indem jedes Werkzeug einmal zuerst gemacht wurde, so muss es eine Zeit gegeben haben, wo es noch keine gemachten Werkzeuge gab. In dieser Zeit, der Urzeit der menschlichen Entwicklung, der werkzeuglosen Zeit, musste der Mensch seinen Bedürfnissen ohne Werkzeug genügen. Die Befriedigung der wesentlichsten Bedürfnisse, Nahrung und Wohnung, musste zuförderst nur durch Benützung der Zähne und Hände erfolgen, doch mögen dem Urmenschen im Laufe der Zeit Aeste, Steine, Knochen, Geweihe in die Hände gerathen sein, die er zufällig gebrauchen lernte, sei es beim Graben nach Wurzeln, beim Aufschlagen einer Nuss, der Tödtung eines Wildes oder der Abwehr drohender Gefahr.

Da die Sprachforschung*) darlegt, dass die Namen der einfachsten Werkzeuge auf Sprachwurzeln zurückzuführen sind, welche Thätigkeiten bezeichnen, die auch ohne Werkzeug durch Zahn und Hand ausgeführt werden können, so ging der Ursprung der Sprache höchstwahrscheinlich dem Ursprung der Werkzeuge voraus.

Auf die unbestimmbar lange, werkzeugslose Zeit mag eine Periode der gefundenen Werkzeuge gleichfalls von unbestimmbarer Dauer gefolgt sein. Der Hunger, dieses erste Bedürfniss, wird sicher den Ansporn zu den vielfältigsten Versuchen und diese wieder zum Denken gegeben haben und mag die menschliche Vernunft auch eine noch so tiefe Stellung eingenommen haben, so ist doch nicht anzunehmen, dass ein durch Zufall gefundenes Werkzeug, welches einer friedlichen Thätigkeit, z. B. dem Graben nach Wurzeln, dem Spalten eines Knochens diente, nicht bald auch zu Zwecken der Jagd und Vertheidigung gedient haben sollte.

Wenn Noiré pag. 173 s. W.*) sagt: „Nur ganz langsame und leise Uebergänge, welche im Zusammenhange stehen mit der allmälig und unmerklich sich verändernden Thätigkeit, dürfen als Erklärungsgrund der sich theilenden und differenzirenden Werkzeug- und Geräthformen herangezogen werden;“ so ist er deshalb im Irrthum, weil sich die Thätigkeit auch damals nicht unmerklich veränderte, sondern von der Arbeit der Jagd, der Zerlegung des Wildes, zur Vertheidigung oft im raschen Sprunge wechselte. Eine Continuität der Thätigkeit gab es nicht. Aber noch ein anderer Grund spricht entgegen. Wäre im obigen Satze ein Naturgesetz der menschlichen Entwicklung ausgedrückt, dann müsste es auch jetzt noch Geltung haben, dass dies aber nicht der Fall, beweisen zahlreiche Erfindungen (Schiesspulver, Buchdruck, Locomotive, Spinnmaschine, Jacquardstuhl, Telegraph, Nähmaschine etc.), welche untrüglich Sprünge in der Entwicklung darstellen. — Wird auch „im Augenblicke der Nothwehr“ nichts erfunden, so findet sich doch der Mensch zu Zwecken derselben, der Jagd, des Kampfes, mächtig zum Denken angeregt und zählen diese Zwecke gewiss in jeder Zeit zu den mächtigsten Triebfedern des Erfindens.

„Die Waffe ist nichts Ursprüngliches, sie konnte unmöglich, wie das Werkzeug zur Unterstützung der Thätigkeit sich gleichsam von selbst der Hand aufdrängen“, sagt Noiré pag. 370 und stimmen wir dem bei; aber das Werkzeug, dessen Wirkung der Mensch bereits anderweitig erprobt, warum sollte er es im Kampfe verschmähen, warum sollte er, von Gemeinsinn, Furcht oder Hass erfüllt, nicht auf geeignete Auswahl und Benützung sinnen.

Was ist nun natürlicher, als dass der denkende, wenn auch noch so beschränkte Mensch, sich mit dem Aufsuchen von Vertheidigungsmitteln, welche wir wohl auch Werkzeuge zur Jagd nennen könnten, beschäftigte? — Im Menschen regt sich zu allen Zeiten der Drang, die Dinge, welche er besitzt, verschieden zu nützen. Während das ganz kleine Kind alles zum Munde führt, damit jenen Trieb anzeigend, der zuerst im Menschen rege ist, gebrauchen grössere Kinder die Gegenstände in der verschiedensten Weise und das einfachste Spielzeug, das sie mannigfach nützen können, ist das beliebteste.

*) Ludwig Noiré, das Werkzeug u. s. Bedeutung für die Entwicklungsgeschichte der Menschheit. Mainz, Diemer 1880 (ein hochinteressantes Werk).

Der Gebrauchswechsel, zuerst von Dr. Ernst Hartig betont,*) mag er instinctiv und wie spielend, mag er im Drange der Noth erfolgt sein, ist der grosse Lehrmeister gewesen, welcher die gefundenen Werkzeuge trotz ihrer einfachen Formen zu verschiedenem Zwecke nützen lehrte und welcher endlich auch darauf führen musste, dass für gewisse Zwecke, gewisse Formen am besten entsprechen. Diese Formen, so sie sich nicht in genügender Zahl finden liessen, wurden endlich künstlich hergestellt.

Der Schritt von den gefundenen zu den gemachten Werkzeugen erfolgte vielleicht auch zufällig. Wie leicht lässt sichs denken, dass der Mensch versuchsweise einen Stein auf den anderen schlug. — Spielen ja noch die Kinder so überaus gerne mit Sand und Steinen. — Bei diesem Aneinanderschlagen sprangen wohl Bruchstücke brauchbarer Form ab, dies wurde bemerkt und die Fabrication der Steinwerkzeuge, die Zeit der gemachten Werkzeuge hatte begonnen.

Dass der Mensch zur Zeit der gefundenen Werkzeuge keine anderen als solche von Stein, Knochen, Horn, Holz u. dgl. gehabt haben kann, weil die gütige Natur aus anderen Materialien nicht unmittelbar brauchbare Formen liefert; dass ferner aus diesen Materialien auch die Werkzeuge in der ersten Periode „der Zeit der gemachten Werkzeuge“ bestanden haben müssen, weil andere Materialien dem Menschen jener Tage nicht geläufig sein konnten, ist leicht einzusehen.

Die hauptsächlich wirkenden Theile der damaligen Werkzeuge — Pfeile, Lanzen, Messer, Keile und Aexte — waren aus Stein (Knochen u. dgl.) und darum ist die Benennung Steinzeit ganz bezeichnend, und ganz unleugbar ist es, dass es eine solche gegeben haben muss.

Zahlreiche Ausgrabungen und Funde führten auch zu dem objectiven Beweise. Dass in unseren Gauen jene Zeit vor Jahrhunderten, ja vor Jahrtausenden gewesen, weisen jene Funde, welche Lord Lubbock, Nilsson**) und Andere so schön beschrieben, zur vollsten Bestimmtheit nach, denn es finden sich Steinwerkzeuge neben den Knochen von Thieren, welche in unseren Breiten längst ausgestorben sind. Es führt also eine gewiss einfache Schlussfolgerung und die Sprache der Funde zu der gleichen Erkenntniss.

Wir haben aus der Steinzeit die Urformen des Messers, des Keiles, der Axt, des Hammers u. A. überkommen.

Dass die Steinarbeiter jener Tage die Steinarten wohl zu wählen wussten und sich namentlich des, im frischen Zustande leicht spaltbaren, Feuersteines bedienten, weisen die Funde unzweifelhaft nach. — Mit diesen einfachsten Werkzeugen haben unsere Voreltern die verschiedensten Verrichtungen durchgeführt; sie haben die Knochen erlegter Thiere gespalten, um zu dem beliebten Mark zu gelangen, sie haben Häute abgezogen, ja selbst einfache Holzbauten errichtet.

Die Schneiden ihrer Werkzeuge, anfangs natürliche Kanten der Spaltflächen, wurden später zum Theile durch Schleifen — wenn auch mit ausserordentlicher Mühe — erneuert oder wohl auch bei manchen Steinsorten von Hause aus so hergestellt. Die scheuernde Wirkung feinen Sandes mag wohl früh erkannt worden sein, aber es war ein weiter Schritt, denselben zum Schleifen anzuwenden. Dass dies geschah, beweisen gleichfalls die Funde.

*) Protokoll der 78. Hauptversammlung des sächsischen Ingenieur-Vereines 1872; Kick, die Entwicklung der Werkzeuge. 33. Heft der Sammlung gemn. Vorträge des Vereines f. Verbr. gemn. Kenntnisse in Prag, 1874. s. a. Lazar Geiger, Ursprung und Entwicklung der menschl. Sprache und Vernunft und dessen Vorträge zur Entwicklungsgeschichte des Menschen, 1871; Ernst Kapp, Philosopie der Technik, Braunschweig 1877 und Noiré's bereits hervorgehobenes Werk.

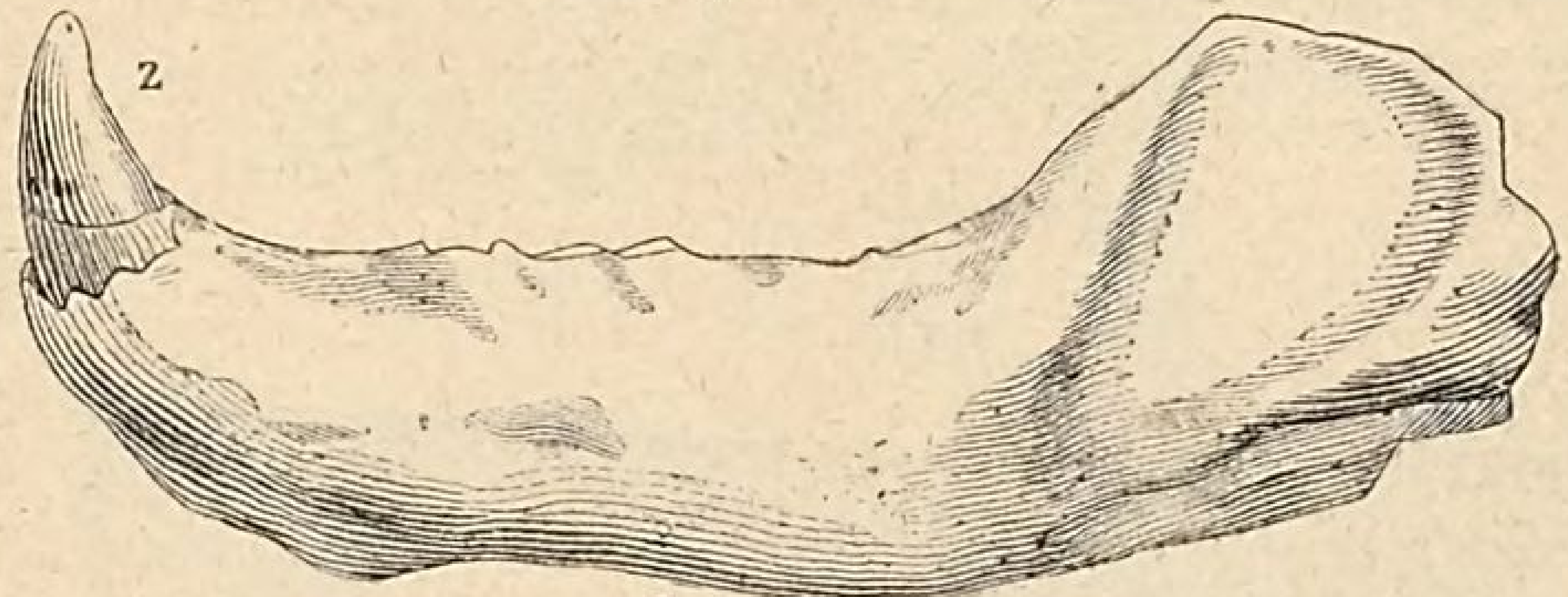
**) Lubock, die vorgeschichtliche Zeit (übersetzt von Passow) 1874. — Nilsson, das Steinalter (übersetzt von Mestorf) 1868. — Die Pfahlbauten i. d. Schweiz, v. J. Staub, Lehrer in Zürich (Volksschrift). Mitth. der anthropologischen „Vereine“. Antiqua, Ztschr. für Freunde der Alterthumskunde, Dresden.

Noiré hat gewiss zum Theile recht, wenn er der Zeitfolge der Stoffe weniger Bedeutung als der Zeitfolge der Formen beilegt, denn eine roh geformte Steinaxt ist durch einen weiten Zeitraum von den gebohrten Steinwerkzeugen geschieden, einen weitaus grösseren gewiss, als jener, welcher die erste gebohrte Steinaxt von der ersten Axt aus Bronze trennte.

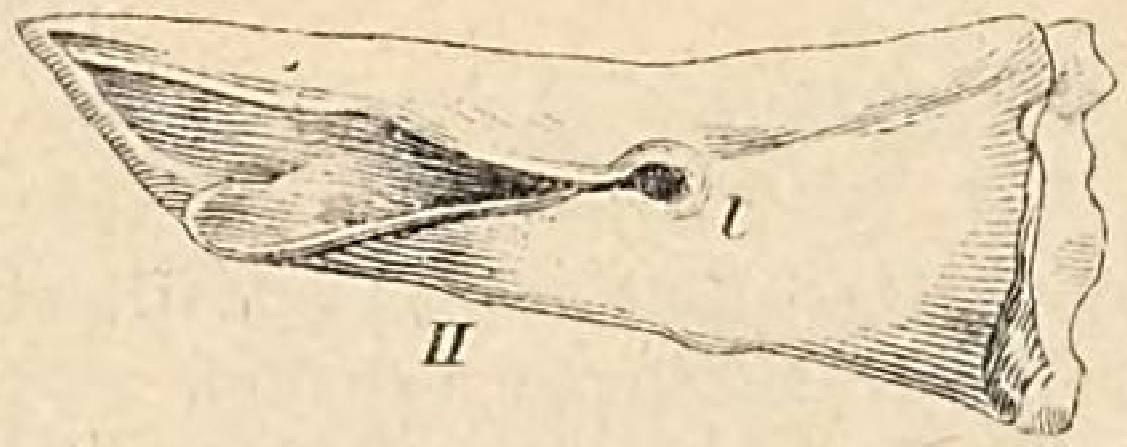
Es ist äusserst schwierig, ja vielleicht der Zeit nach unmöglich, den Weg der menschlichen Entwicklung ins Einzelne zu verfolgen, Noiré hat das grosse Verdienst, gezeigt zu haben, dass hierbei Sprachforschung, Anthropologie und Technologie zusammenwirken müssen.*)

Unter den Funden befinden sich Stücke von wahrhaft überzeugender Beweiskraft, so sei aus dem Höhlenfunde des Hohlefels in der schwäbischen Alb**) in Fig. 5542 der Kieferknochen *I* eines Höhlen-Bären, durch Abtrennen einiger

Fig. 5542.



I

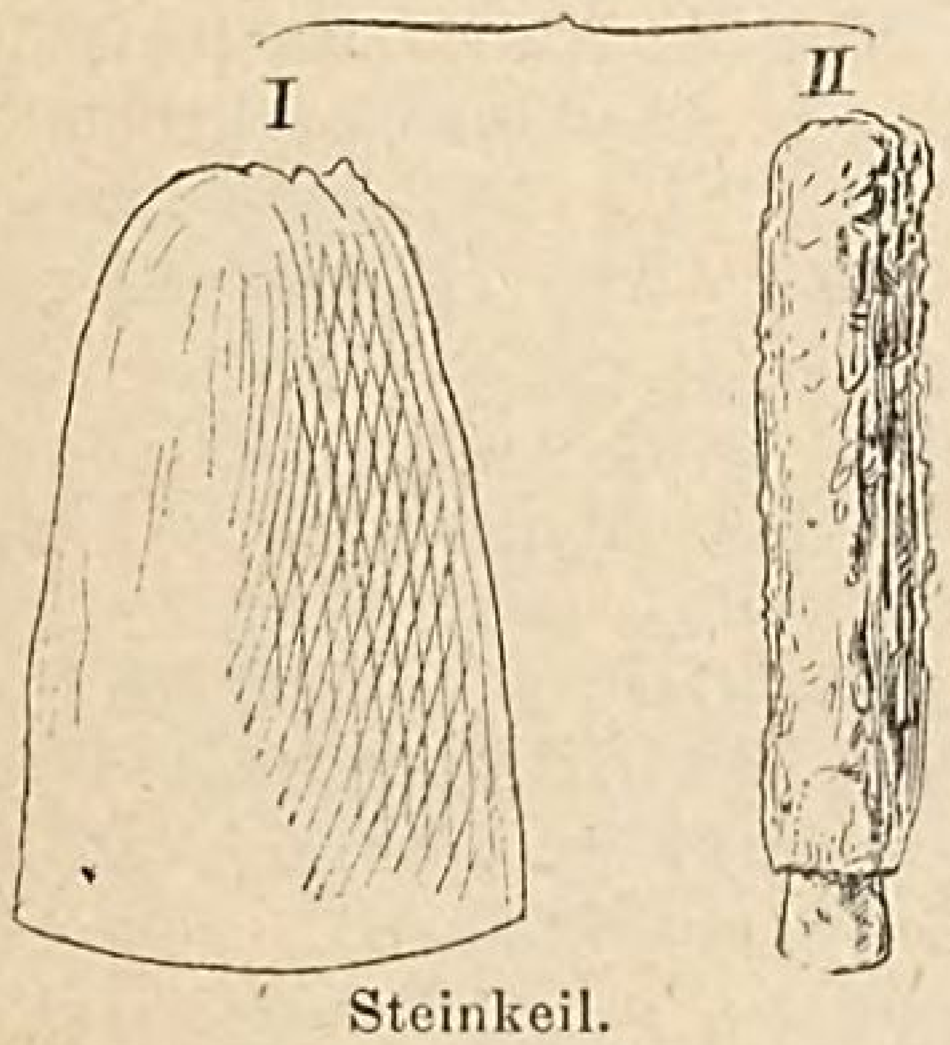


II

Theile handsamer gemacht, und bei *II* ein gespaltenes Knochenstück dargestellt, welches an derselben Fundstelle ausgegraben wurde und die deutliche Wirkung eines Schlages aufweist, bei welchem der Zahn *z* das Loch *l* hervorbrachte. In diesem Kiefer ist ein gefundenes, nur wenig bearbeitetes Werkzeug, wahrscheinlich der ältesten Zeit vorliegend.

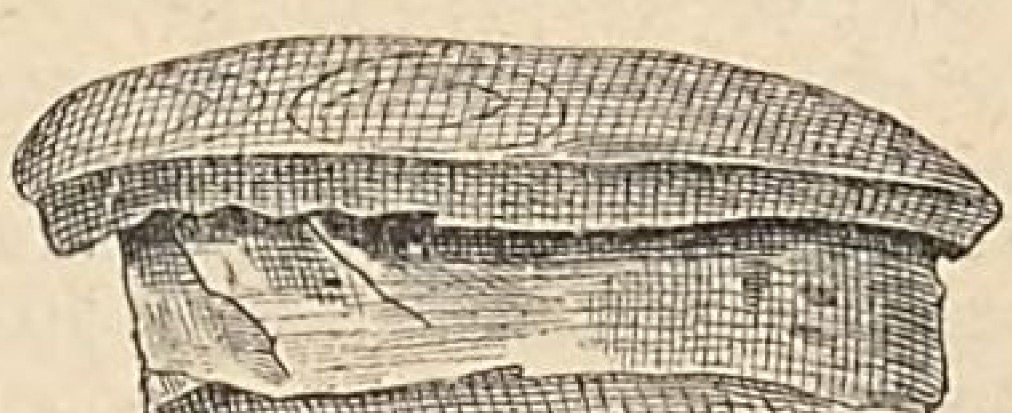
Fig. 5543 stellt einen Steinkeil oder Meissel vor, *I* den Stein in natürlicher Grösse, *II* das ganze Werkzeug mit seiner Fassung von Hirschhorn, wie dasselbe wohl zum Abhäuten in Verwendung gestanden haben mag. Fig. 5544 stellt ein ähnliches Werkzeug dar,

Fig. 5543.



Steinkeil.

Fig. 5544.



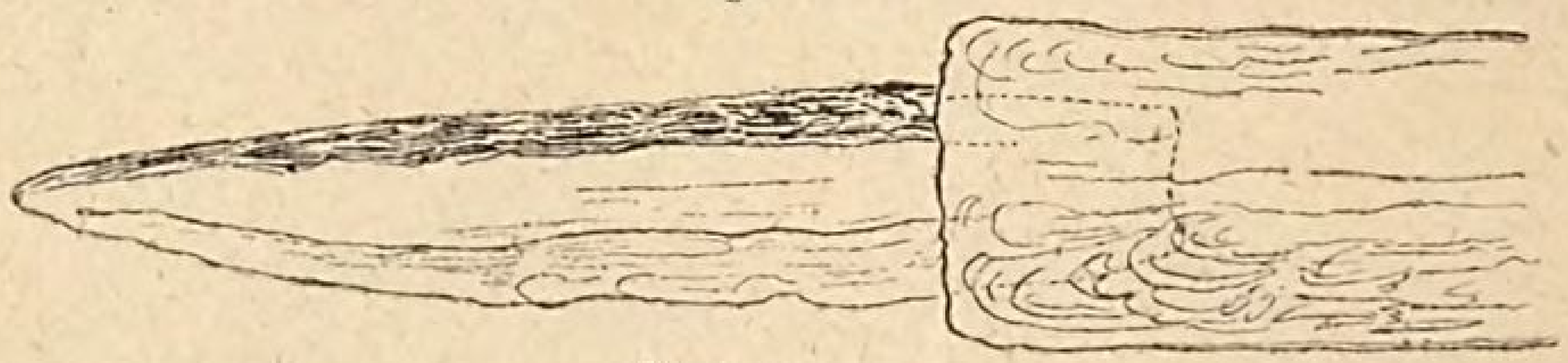
*) In diesem Sinne ist auch die Abhandlung: „Was heisst Maschine und was ist des Wortes Urbedeutung" von H. Holzer, Professor d' Ecole des Mines, Liége, Civilingenieur 1887 pag. 125, als ein interessanter sprachwissenschaftlicher Beitrag zur Klärung dieses Gebietes zu bezeichnen.

**) Noiré, pag. 356, Archiv für Anthropologie V 173.

welches auch als *Säge* gedient haben kann. Der Stein erhielt hier eine Fassung von hartem Holze.

Fig. 5545 zeigt ein *Messer aus Feuerstein* in Holzgriff; unten bildet die Spaltfläche die Schneide, am Rücken ist die rauhe Aussenfläche des Steines sichtbar, endlich zeigt Fig. 5546 eine *Axt*. Die als Axtstiel verwendete Holzkeule mag bei nach oben keilförmiger Gestalt des Steines wohl leicht einem Zersprengen (Spalten) unterworfen sein und deshalb sann man schon damals auf eine haltbarere Befestigung, welche sich dadurch ergab, dass der Stein in ein Hirschhornstück eingesetzt und dieses dann erst in der Keule befestigt wurde,

Fig. 5545.



Steinmesser.

Fig. 5547.

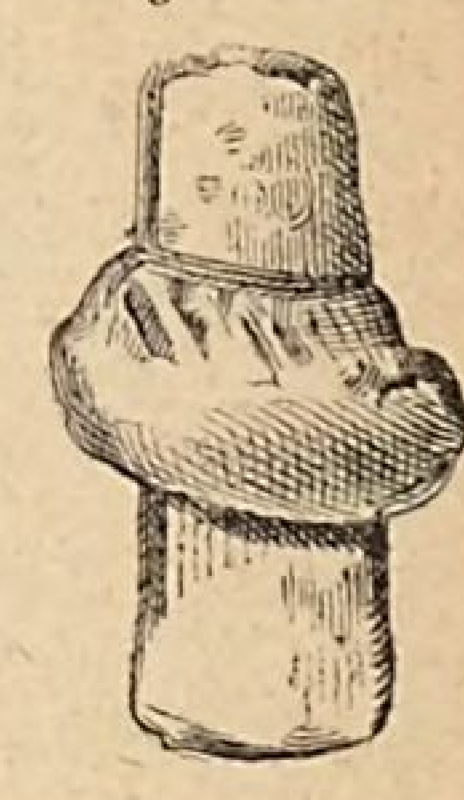


Fig. 5546.



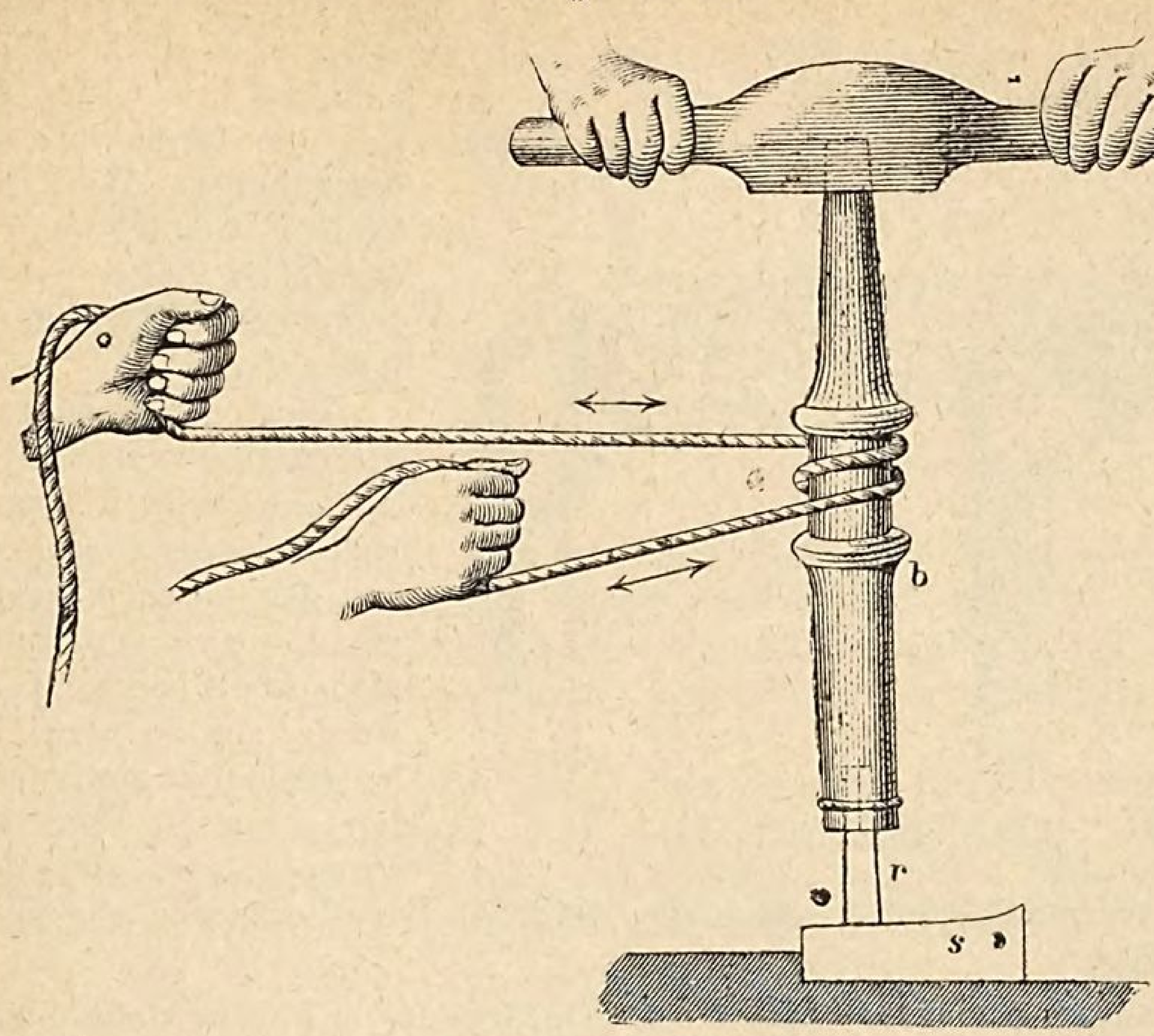
Steinaxt.

Fig. 5547. In ähnlicher Weise wurden auch als Hämmer dienende Steinstücke in Stielen befestigt. Als Waffen bediente man sich zu jener Zeit der Pfeile und Lanzen mit eingesetzten Steinspitzen, gewiss aber auch der Axt. In Folge des instinctiven Gebrauchswechsels wurde jedes Werkzeug zu den mannigfachsten Zwecken verwendet und das Messer diente wohl auch dazu, in Häute und Felle Löcher zu stechen, ja selbst als Bohrer auf Holz.

In diese graue Vorzeit fällt auch die Kunst der Feuerbereitung durch rasches Hin- und Herdrehen eines hölzernen Stabes auf einem festgehaltenen Holzstücke und ist es wohl möglich, dass die Absicht, ein Loch hervorzubringen, dazu geführt hat; denn es gelingt thatsächlich mit einem Holzstabe, ein dickes Holz durchzubohren, bez. durchzureiben. Dass sich die Kulte des Feuers als göttlicher Erscheinung bemächtigten, ist begreiflich; aber *nicht* anzunehmen, dass man *durch* den Cultus auf die Kunst der Feuerbereitung durch Drehbewegung gekommen sei, wie vielfach angenommen wird. Man sucht die Drehbewegung auf eine Nachahmung der Bewegung der Himmelskörper zurückzuführen; diese geschraubte Erklärung ist aber wohl sofort hinfällig, wenn man beachtet, dass in alter Zeit die Drehbewegung der Werkzeuge und auch jene bei der Feuererzeugung eine Rückkehrbewegung, ein Hin- und Herdrehen war, was keine Nachahmung der continuirlichen scheinbaren Bewegung der Gestirne ist, sondern eine durch den Bau der Hand und jenen der alten Bohr- und Drehwerkzeuge bedingte Bewegung. Dieselbe Arbeit mag später auf Stein versucht worden sein und kann Fig. 5548 eine Darstellung geben. *s* stellt das festgelegte Steinbeil, *r* ein Stück eines Röhrenknochens vor, welcher in die Bohrspindel *b* eingelassen ist und das Ausschleifen eines Loches mit Zuhilfenahme von Sand ermöglicht.

Der Arbeitsvorgang lässt sich hierbei mannigfach abändern, so z. B. kann das Hin- und Herdrehen der Bohrspindel je durch die rechte Hand der *beiden* einander gegenüberstehenden Arbeiter erfolgen, während deren linke Hände das Druckbrettchen halten, welchem dann eine etwas einfachere Form zu geben ist.

Fig. 5548.

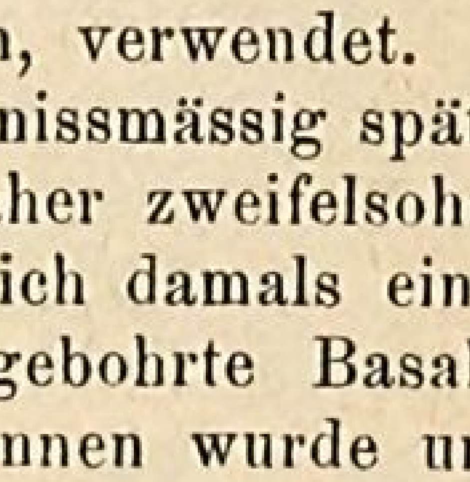


Bohren einer Steinaxt.

In die Vertiefung des Druckbrettchens ist stets irgend ein Schmiermittel zu bringen, damit es sich nicht entzündet. Auf diesem Wege bringt man Holz sehr leicht zum Rauchen und endlich auch Theile der abgeriebenen verkohlten Fasern zum Glimmen, wenn man dichtes, mässig hartes Holz, z. B. Birnbaum, verwendet.

Die Zeit der gebohrten Steinbeile ist jedenfalls eine verhältnissmässig späte, und besass man damals bereits gewebte Zeuge, konnte sich daher zweifelsohne der Schnüre zum Antrieb der Bohrspindel bedienen. Dass man sich damals eines Rohres und Sandes als Bohrmittel bediente, beweist eine halbgebohrte Basaltsteinaxt, welche bei einer Baggerung aus dem Elbebette gewonnen wurde und sich gegenwärtig in der technolog. Sammlung der deutschen techn. Hochschule Prags befindet. Fig. 5549 deutet im Schnitte die unvollendete Bohrung an.

Fig. 5549.



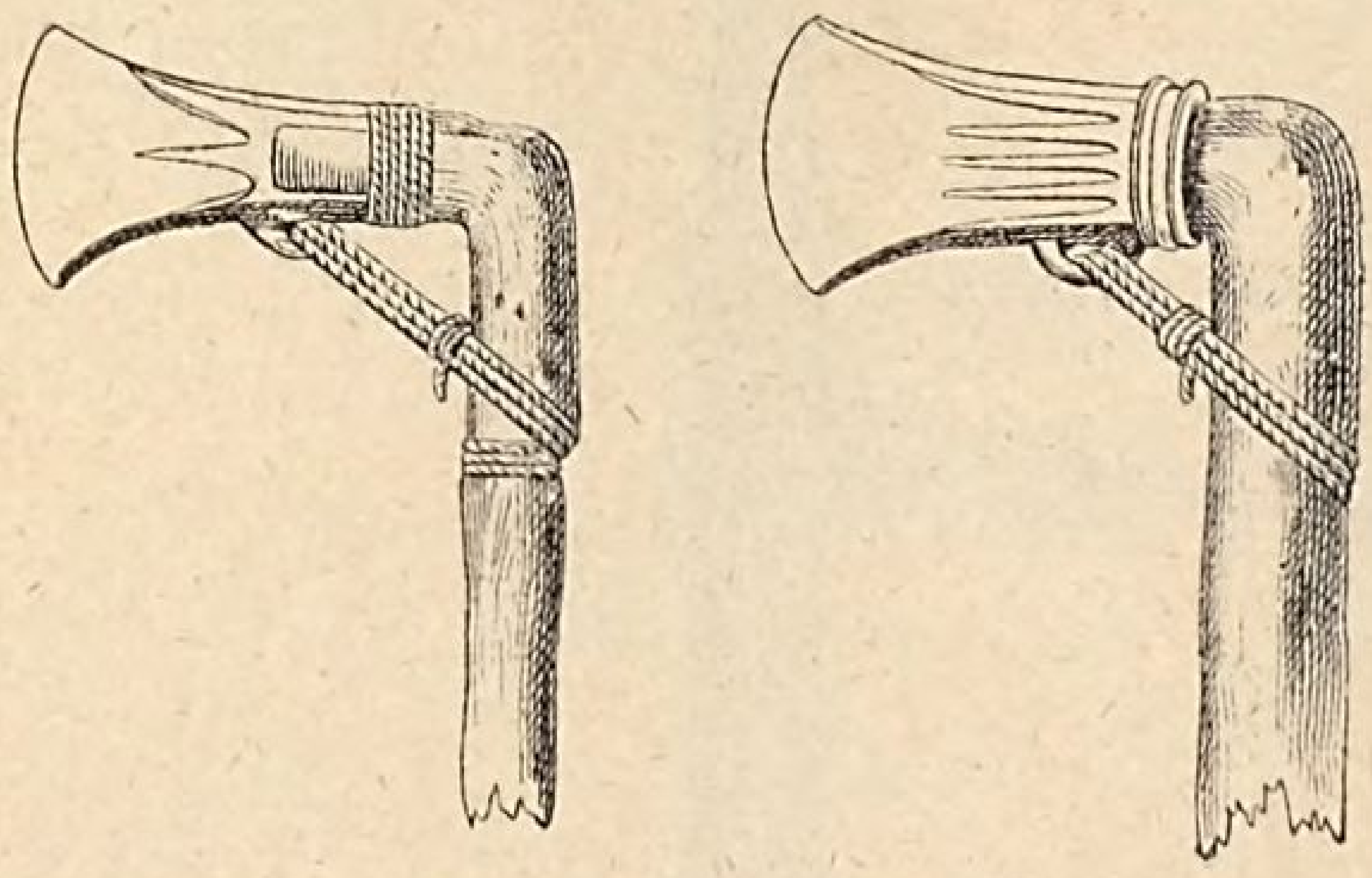
Die Menschen, welche sich bereits so weit erhoben hatten, zur Erreichung ihres Bedarfes selbstgemachte, selbsterdachte Werkzeuge zu benützen, sie mussten an jedes neugefundene Materiale die Frage nach dessen Verwendungsfähigkeit stellen; sie mussten, ausgerüstet mit dem Anfangs sicher gemiedenen und gefürchteten Feuer, wohl auch geführt durch diesen oder jenen glücklichen Zufall, zur Verarbeitung der bereits aufgefundenen Metalle — Gold, Silber, Kupfer — schreiten. Für Werkzeuge waren dieselben zu weich und dienten wohl lange nur als Schmuck, bis eine Legirung aus Kupfer und Zinn — B r o n z e — gefunden war, welche geeignete Härte besass und aus welcher sich Waffen und Werkzeuge herstellen (giessen) liessen, die manche Vorzüge vor jenen von Stein voraus hatten und selbe theilweise verdrängten.

Die Zeit nun, B r o n z e z e i t genannt, musste in ihrem Verlaufe den überkommenen Steinwerkzeugen noch Raum gewähren, ja ich glaube, dass in dieser Zeit und bis an ihr Ende Stein und Bronze nebeneinander als Material der Werkzeuge benützt wurde.

Es dürfte fraglich sein, ob der Gebrauch der B r o n z e nicht früher begann, als die Herstellung der gebohrten Steinäxte allgemeiner wurde; dafür spricht die

Form zahlreicher, aus Bronze hergestellter Aexte, welche die Gestalt der primitivsten Steinbeile besitzen und wie diese (vgl. Fig. 5546 und 5547) im Stiele befestigt werden mussten. Auch fanden sich Formen, wie solche Fig. 5550 in zwei Abweichungen darstellt, welche von der heutigen Axt weiter abstehen als die gebohrten Steinäxte. Durch die Bronze war die Herstellung spitzer, dolchähnlicher Werkzeuge und Waffen möglich und finden sich auch unter den Funden jener Zeit zahlreiche Messerformen.

Fig. 5550.



Bronze-Aexte, Celte.

Erst durch einen neuen gewaltigen Fortschritt, durch die glückliche Erlangung der Kenntniss der Eisengewinnung aus den unscheinbaren Eisenerzen, durch den Eintritt der Menschheit in die Eisenzeit wurde ein so treffliches, so massenhaft zu gewinnendes Materiale für die Werkzeugfabrication erlangt, dass nun, und wohl in rascherem Schritte, bald die Mehrzahl der Werkzeuge aus Eisen hergestellt wurden.

Die damals unleugbar primitive Eisengewinnung in kleinen Oefen und Herden konnte unmöglich ein stets gleichmässiges Product liefern. Gewiss wurde, theils durch die Verschiedenheit der verwendeten Erze, theils durch abweichende Behandlung, zuweilen stahlartiges Eisen und Stahl erhalten, und so gelangte in die Hand des strebsamen Menschen jener in der Glühhitze bildsame Stoff, welcher noch heute vorwaltend das Materiale unserer Waffen und Werkzeuge bildet.

Es ist naturgemäss, dass der damalige Arbeiter die Handgriffe und Verfahrungsweisen, welche er auf Stein angewandt, nun auf dem neuen Materiale probirte, sowie er auch die altbewährten Werkzeugformen aus demselben bildete.

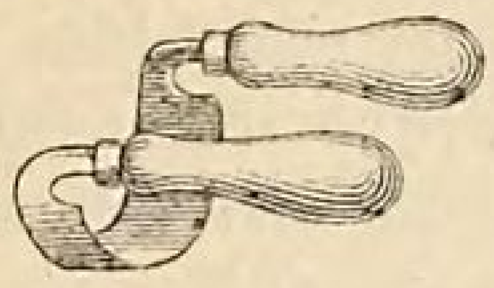
Nachdem die ersten Schwierigkeiten überwunden waren, musste die Erkenntniss Raum gewinnen, dass sich Eisen viel leichter in mannigfache Formen bringen lasse als Stein, obwohl man damals nur schmiedbares Eisen kannte. Die Herstellung des Roheisens und die daran sich schliessende Eisengiesserei ist eine Erfindung neuerer Zeit, der Stahlguss eine solche unserer Tage.

Schlanke Lanzen- und Pfeilspitzen, Keile, Aexte, Messer, Schwerter, Nadeln u. a. wurden nun aus Eisen und Stahl gebildet. Da der Mensch jedes seiner Werkzeuge, in Fällen der Noth oder auch seinem Triebe zu probiren folgend, für die verschiedensten Zwecke benützte, so musste er herausfinden, welche Form, welches Werkzeug der gestellten Aufgabe entsprach, und welches nicht. Oft musste er finden, dass keines seiner Mittel mit dem gewünschten Erfolge angewendet werden könne und dadurch zur Erfindung neuer Formen, neuer Werkzeuge gedrängt werden.

Aus dem Steinmesser entwickelten sich nun allmälig die verschiedensten Messerformen; das Schnitzmesser, das Reifmesser, I pag. 679, aus diesem der Schaber Fig. 5551 und das Wiegenmesser Fig. 5552; nach anderer Richtung die Messer des Gärtners, die Sichel, die Sense und endlich noch eine Reihe von Waffen, Dolch, Schwert, Säbel, Degen u. s. w. Auch die Hobel mögen aus dem Messer hervorgegangen sein, obwohl es einer geringeren Umbildung bedürfte, wenn man sie aus dem Keile (vgl. Fig. 5543) ableiten würde. Die Hobel selbst bilden eine stattliche Reihe, und der Zündhölzchenhobel, bei welchem die Schneide eine geschlossene Linie, meist einen Kreis bildet, hat weder äussere Aehnlichkeit mit einem Messer, noch mit einem Keile. Als des weiteren vom Messer abgeleitete

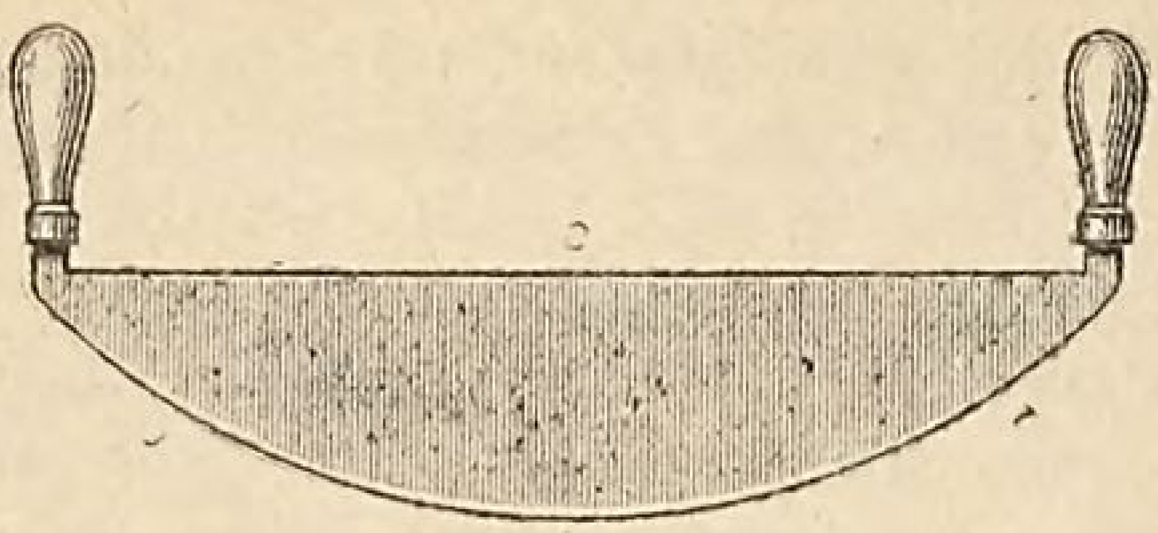
Werkzeuge können auch grösstentheils die Dreh- und Bohrwerkzeuge betrachtet werden.

Fig. 5551.



Schaber.

Fig. 5552.



Wiegenmesser.

Der S t e i n k e i l Fig. 5543 ist die Urform für die Meissel (VI 33) und die Stemm- und Stechwerkzeuge, Stemmeisen, Beitel, Balleisen etc. geworden (VIII 478—480), aus welchen wieder die Werkzeuge für den Holzschnitzer, Modellstecher und Xylographen, sowie endlich die Gravirwerkzeuge, die Stichel (IV 158) hervorgingen.

Aus der S t e i n s ä g e Fig. 5544 entwickelten sich wahrscheinlich zunächst jene Sägen, welche als Sägen ohne Spannung bekannt sind, die Grathsäge (VII 466), die Lochsäge (VII 467), der Fuchsschwanz (VII 464), die Zapfensäge (VII 470), die Bauchsäge (I 307), die Spaltsäge (VII 464) u. A.; aus diesen dürften sich, da der Stahl eine sehr feine Ausführung des Sägeblattes zulässt, die Sägen mit Spannung, die Bogensäge (VII 469), die Laubsäge (VII 470), die Oertersäge (VII 468), u. A. entwickelt haben.

Von grossem Interesse wäre es, zu wissen, durch welche Mittel bei den ersten Stahlsägen die Zähne hergestellt wurden. Für den Fall, als man sich hierzu des Meissels so bediente, wie dies noch heute bei den gehauenen Sägen geschieht, und mit kleinen Zähnchen vorlieb nahm, dürfte angenommen werden, dass auch die Erfindung d e r F e i l e sich anschloss, und man in ihr zunächst das Mittel fand, grössere Zähne zu bilden und zu schärfen. Nicht unmöglich wäre es auch, dass Meissel und Wetzstein zur Zahnbildung in der Weise diente, dass man mittelst des ersteren die Zahnlücken aushieb, mittelst des letzteren die Zähne schärfte und weit später erst der Durchschnitt (VII 497) und die Feile in Verwendung trat.

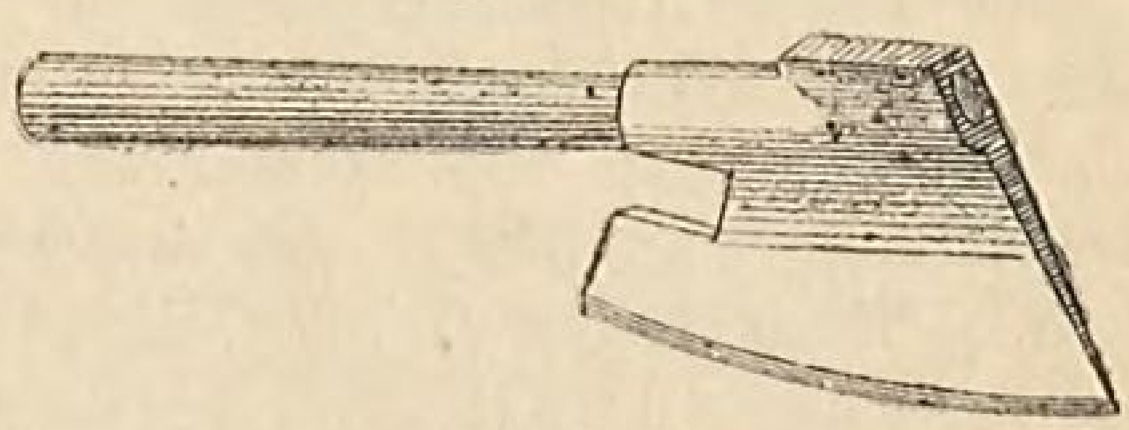
Die S t e i n h ä m m e r wurden zwar, wie Funde beweisen, auch in der vorhistorischen Zeit verwendet, doch konnte auf die Materialien der damaligen Zeit von den Hämmern nur eine untergeordnete Einwirkung ausgeübt werden. Der Hammer erlangte seine volle Bedeutung erst in der Einwirkung auf jene festen und doch bildsamen Materialien, K u p f e r, E i s e n und S t a h l, für welche der Hammer das einfachste Werkzeug der Formänderung ist. (Vgl. Blechbearbeitung, I 554 und Schmieden VII 732 etc.) Die Ausbildung der Ambossformen musste folgen und für feine Treibarbeiten entwickelten sich die P u n z e n (s. Ciseliren II 363).

Fig. 5553.



Bundaxt.

Fig. 5554.



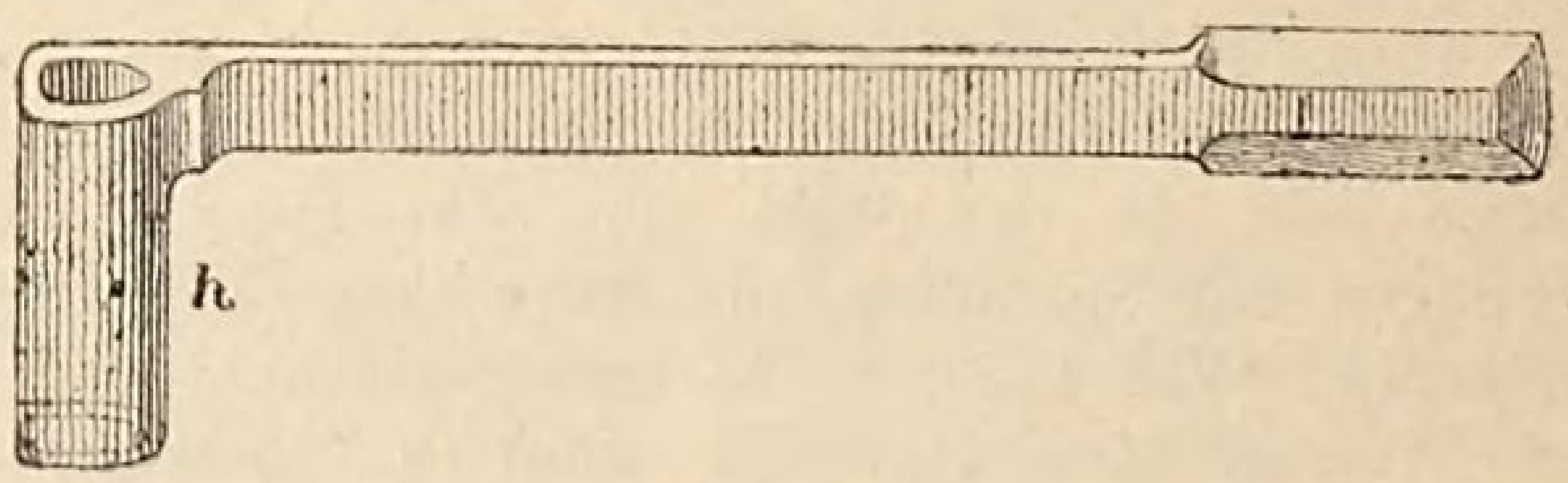
Breitbeil.

Die S t e i n a x t ist die Grundform der Aexte, Beile und Texel (Fig. 5553 bis 5555), der Quer- oder Stichaxt (IV 407), der Stossaxt (IV 407), des Bindermessers (I 689) und ähnlicher Werkzeuge.

Man sieht besonders leicht bei diesen Werkzeugen die Giltigkeit der allgemeinen Regel ein, dass ein für einen besonderen Zweck abgeändertes Werkzeug wohl für diesen erhöhten Gebrauchswerth erlangt, hingegen sein Anwendungskreis eingeschränkt wird. Mit der Axt lässt sich viel mannigfacher arbeiten als mit dem Breitbeil, hingegen eignet sich dieses vorzüglich zum Behauen der Seitenflächen von auf Böcke gelegten Bäumen, welche aus dem Groben bereits mit der Axt behauen wurden; der aus der Ebene der Blattfläche des Beiles herausgedrehte Stiel gestattet der Hand des Arbeiters an der Balkenseitenfläche ungefährdet beim Hiebe vorbeizukommen, aber diese Stellung des Stieles beeinträchtigt für andere Zwecke die Anwendbarkeit des Werkzeuges, beschränkt daher dessen Gebrauch.

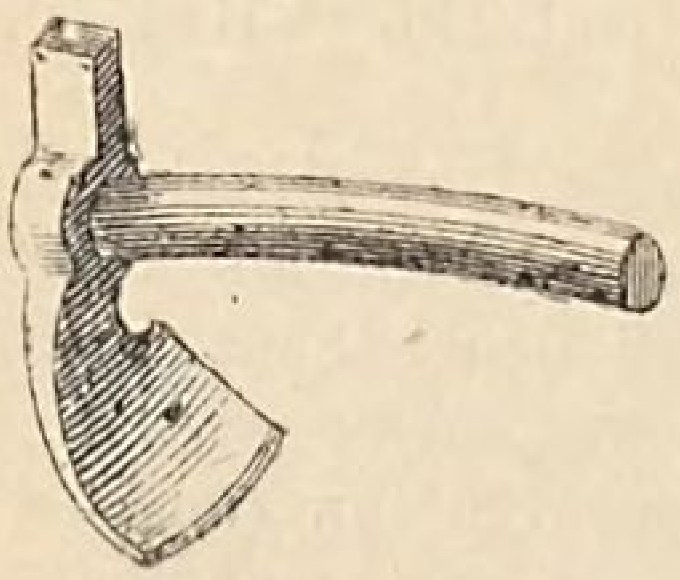
Die Form des Texels gestattet bei gerader Schneide ebene, bei krummer Schneide rinnenförmige Vertiefungen in Holz herzustellen. Das gerade Texel wird z. B. benützt, um bei Eisenbahnschwellen die schiefen Auflagerflächen für den Schienenfuss (Eintexelungen) herzustellen, aber sein Anwendungskreis ist sehr beschränkt und für sich allein wird fast nur das krumme Texel bei Herstellung von Holzrinnen benützt.

Fig. 5556.



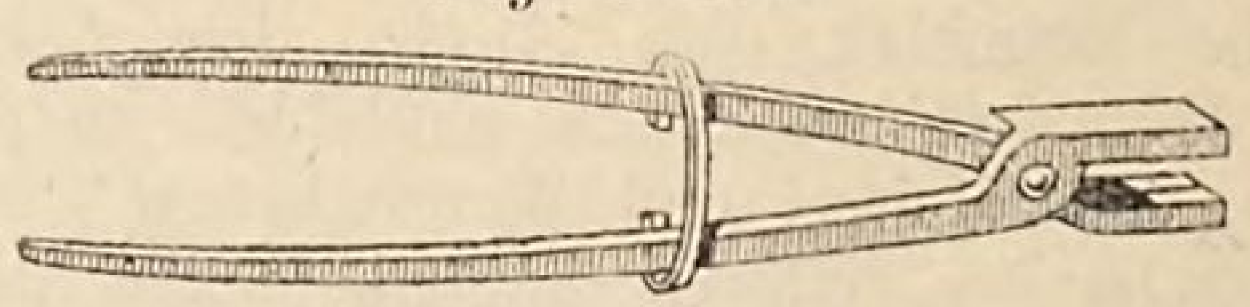
Stossaxt.

Fig. 5555.



Texel.

Fig. 5557.



Die bei Besprechung der Holzverbindungen (IV 407) abgehandelte Stossaxt wird stossend gebraucht, der Arbeiter fasst mit der rechten Hand die Haube *h* des Werkzeugs (Fig. 5556), mit der linken den Schaft und benützt das Werkzeug zu ganz ähnlichen Zwecken, für welche weit vortheilhafter die Stemmeisen und Beitel (VIII 478) benützt werden. Wie so dieses eigenthümliche Werkzeug, in dessen Haube nie ein Stiel eingesetzt wird, entstehen konnte, bleibt ein Räthsel, wenn man nicht annehmen will, dass dasselbe aus der Axt durch den Gebrauchswechsel und durch Anpassung an den besonderen Zweck entstanden ist. Sowie man jedoch diese Entstehungsweise erkennt, so bildet die Stossaxt eines der schönsten Beispiele der durch den Gebrauchswechsel und Anpassung entstandenen Werkzeuge.

Die neuen Arbeitseigenschaften des Eisens gaben Veranlassung zur Entstehung neuer Werkzeuggruppen. Die Behandlung des Eisens im Feuer, das Schmieden, bedingte die Ausbildung der Zangen zunächst zum Halten der Schmiedestücke Fig. 5557, aus welchen die Flachzangen (III 567), Rundzangen (VII 443), Beisszangen (I 369), Kastenzangen (IV 685) u. a. und wahrscheinlich auch die Scheren (VII 586) hervorgingen. Das Gemeinsame aller dieser Werkzeuge ist das Scharnier, wenn auch in verschiedener Ausführungsweise, welches, wie ich glaube, bei keinem Werkzeuge der Bronzezeit angetroffen wird, wenn auch gelenkige Verbindungen bei Schmuckstücken in viel früherer Zeit vorkommen. Die Entwicklung der Scheren wird vielfach aus dem Messer abgeleitet, und mag vielleicht für solche Scheren, welche statt des Scharniers einen federnden Bügel

besitzen (s. Schafschere VII 586) richtig sein, doch dürfte die Zange mindestens den Scharnierscheren lange vorausgegegangen sein.*)

Aus dem Durchschlag (I 290) entwickelte sich der Durchschnitt (I 542, VI 604), ein ebenfalls gleich der Schere abscherend wirkendes Werkzeug.

Die beim Schmieden verwendeten Setzhämmer und Gesenke (VII 736) bilden die Grundformen für die Werkzeuge des Nietens (VI 358), Prägens (VI 191, VII 17) und Stanzens (I 556). Das Prägen hatte im Alterthum die grösste Aehnlichkeit mit dem Schmieden im Gesenke und wurde der Rand der Münzen dem entsprechend unrein gebildet. Erst durch die mittelst des Prägringes bewirkte allseitige Umschliessung des der Prägung ausgesetzten Materiales lieferte reine Münzränder.

Die volle Umschliessung des Materiales ist auch zur Hervorbringung reiner Abscherung erforderlich und findet diese Erkenntniss in neuester Zeit sowohl beim Lochen als bei Hornsteiners Maschine, zur Herstellung von Scheibchen aus façonirtem Drahte, Anwendung.

Eine besondere Werkzeuggruppe bilden die Feilen und Fräsen.

Der Gebrauchswechsel ist als der grosse Lehrmeister der Menschen aufzufassen, welcher sie im Wege der Erfahrung lehrte, die Werkzeuge den verschiedenen Zwecken und den verschiedenen Materialien anzupassen. Den auf diesem Wege festgestellten Erfahrungen handelt man aber zuwider, wenn man ein Werkzeug, welches einem Sonderzwecke entspricht, ohne richtige Erwägung seiner Eigenschaften über diesen Zweck hinaus, zur Anwendung bringt. Die Werkstattlehre musste daher zu dem Satze gelangen: Man benütze ein Werkzeug nur zu dem Zwecke, für welchen es bestimmt ist. In diesem Satze ist dem Anfänger jener instinctive Gebrauchswechsel verboten, welcher bei und durch die Beschädigung des Werkzeuges, dem Lehrlinge doch keine anderen Erkenntnisse zu bieten vermöchte, als jene sind, welche man längst erlangte. Der Gebrauchswechsel stellt sich jedoch sofort bei neuen Erfindungen, seien es Werkzeuge oder Materialien ein, um durch ihn den Gebrauchswerth festzustellen und hier ist er vollkommen berechtigt, wenn die festgelegten Erfahrungen die Versuche sinngemäss leiten.

Will man die Einwirkung der Grundformen der Werkzeuge auf die verschiedenen Materialien studiren, so drängt sich hier sofort dem Beobachter deren wesentlich verschiedenes Verhalten, gleichartigen Einwirkungen gegenüber auf und führt bald zu einer Eintheilung der Materialien in bildsame, spröde und organisirte.**)

Das Verhalten aller bildsamen Materialien, gleichviel ob dieselben weich, pressbar, hämmerbar oder schmiedbar sind, durch welche Benennungen eigentlich nur Grade der Bildsamkeit bezeichnet werden, ist gleichartigen Einwirkungen gegenüber so ähnlich, dass sie eine gemeinsame Betrachtung gut zulassen. Weit abweichender ist das Verhalten der spröden Körper, welche wohl das Gemeinsame haben, dass sie unter örtlichen Einwirkungen formändernder Werkzeuge, z. B. eines Hammers, zum Bruche kommen, mag derselbe unter Umständen auch nur in einem Abspringen kleiner Theile bestehen, sonst aber sich verschieden verhalten, so dass die Brucherscheinungen je nach der inneren Beschaffenheit des Gefüges, ob amorph oder körnig (Glas, Gusseisen), verschiedene

*) Indem die Erfindungen aller einfacheren Werkzeuge in die vorhistorische Zeit fallen, können zumeist nur die Funde einigen Aufschluss bieten. Leicht kann ein einziger glücklicher Fund eine Frage lösen; geschah Aehnliches ja bei weit jüngeren Dingen. Man stritt sich über Lage und Richtung des forum romanum in Rom und als dieser alte Platz endlich blossgelegt wurde, erwiesen sich alle die geistvollen, auf alte Autoren gestützten Behauptungen als irrig! Lage und Richtung war durchaus anders, als man zu wissen glaubte.

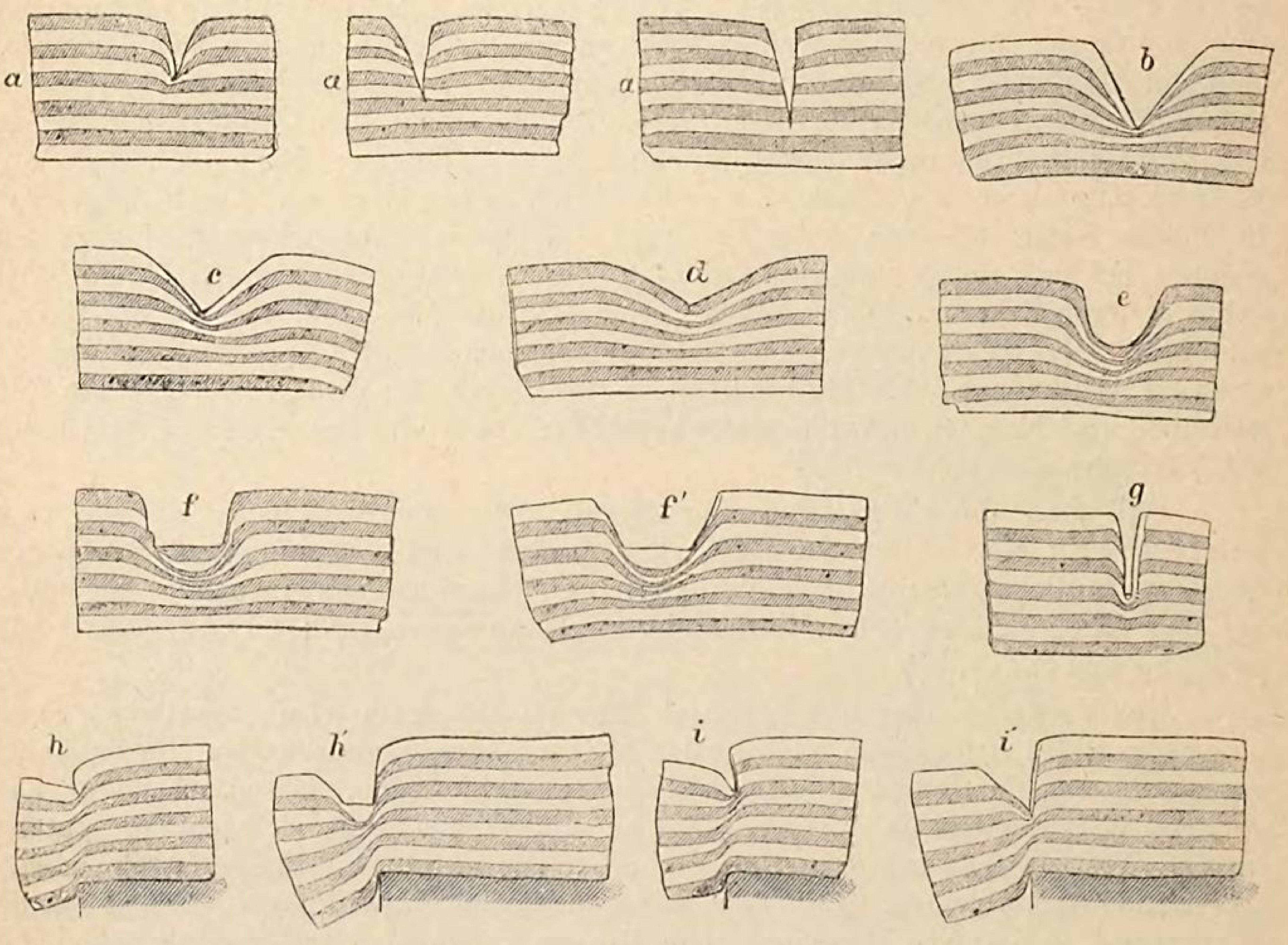
**) Die Betrachtung der giessbaren Materialien entfällt hier, weil die Giessbarkeit an sich keiner Werkzeuge zur Formänderung, welche durch das Giessen erfolgt, benöthigt, vgl. Art. Technologie. VIII 782.

sind. Die organisirten Materialien endlich zeigen je nach ihrem Bau und ihrer stofflichen Natur die verschiedensten Arbeitseigenschaften und lassen sich noch weniger zusammenfassen.

Da die grosse Zahl der bildsamen Körper, wenn sie der formändernden Einwirkung von Werkzeugen ausgesetzt sind, eine Verschiebung ihrer Massentheilchen (ein Fliessen*) derselben) bei ungestörtem Zusammenhange mit den umgebenden Massentheilchen wahrnehmen lassen, welche in Bezug auf die bewirkte Formänderung ganz unabhängig von der chemischen Natur des Materiales ist, wenn auch der Widerstand gegen das Fliessen (z. B. bei Thon, Blei, Kupfer) ein sehr verschiedener ist, so können die Formänderungen, welche irgend ein bestimmter bildsamer Körper bei bestimmten äusseren Einwirkungen erlangt, ein Bild abgeben für jene Formänderung, welche bei denselben äusseren Einwirkungen auch alle anderen bildsamen Körper durchzumachen haben.

Es stellt Fig. 5558 die Formänderungen geschichteten Thones vor, welcher in parallelopipädischen Klötzen, entsprechend gestützt, der Einwirkung verschieden geformter Holzwerkzeuge ausgesetzt wurde. Zur Schichtenbildung wurden**) zwei

Fig. 5558.



Das Fliessen bildsamer Materialien beim Eindringen von Werkzeugen.

Thonsorten verwendet, von welchen sich der eine roth, der zweite weiss brannte. Nach der Formänderung wurden aus den Klötzen mittelst Draht Platten von 1 bis 2^{cm} Dicke senkrecht auf die Werkzeuglage geschnitten, diese Platten später gebrannt und photographirt.***) Die mit *a* bezeichneten drei Figuren stellen das

*) Treska, Lécoulement des corps solides. Savants étranger Vol. XIII und Vol. XX.

**) In der Siderolithfabrik von Schiller in Bodenbach.

***) Es verdient bemerkt zu werden, dass auch bei geschichtetem Sande, wenn derselbe ähnlichen Einwirkungen unterworfen wird, gleichartige Schichtenverschiebungen eintreten. Hierüber hat Prof. Ph. Forchheimer schöne Versuche angestellt. Zeitschr. des Oesterr. Ingen. u. Arch.-Vereines 1883 und Inaugural-Dissertation, Aachen 1883.

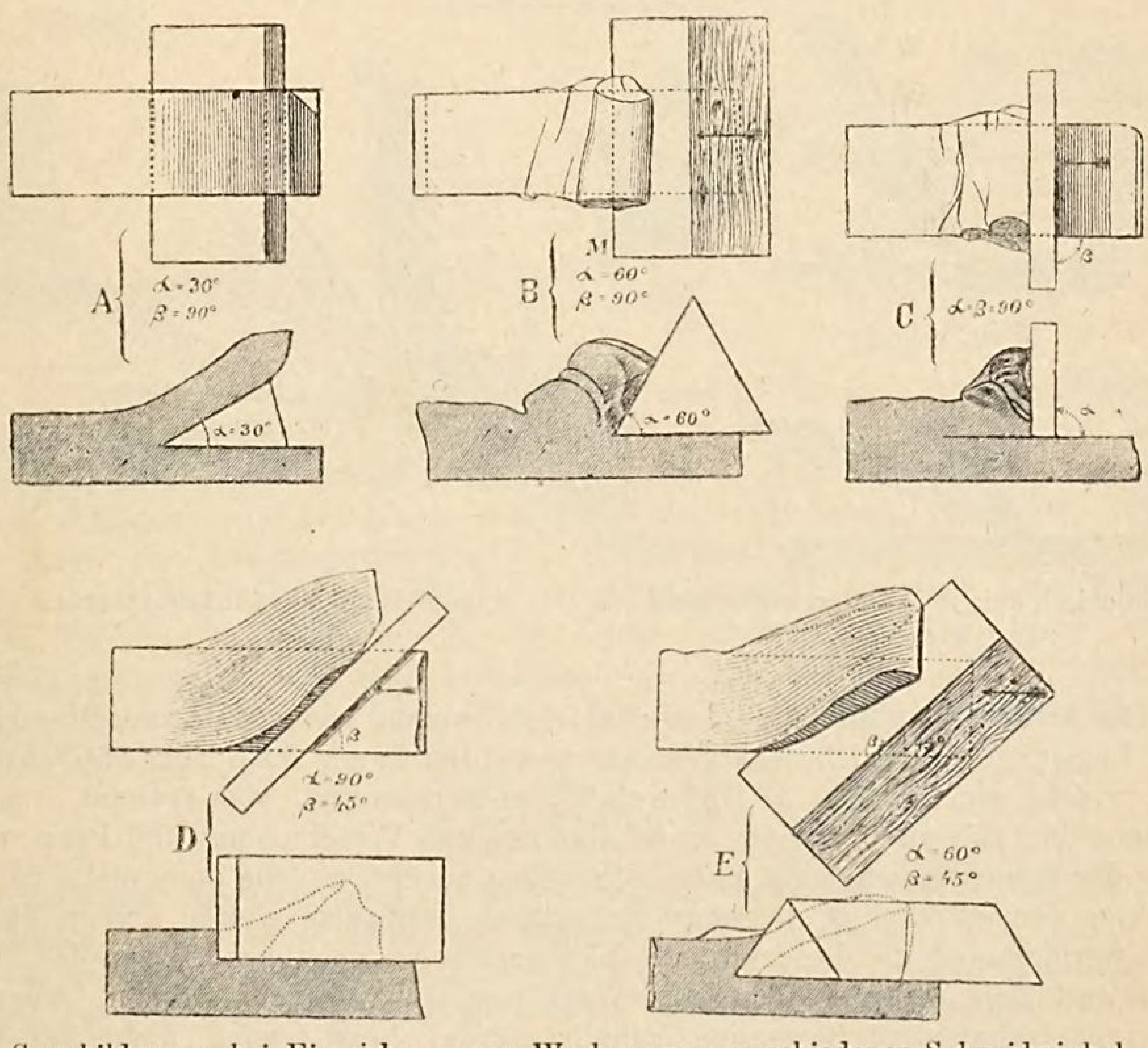
Eindringen eines Keiles von 30°, *b* eines solchen von 60°, *c* von 90° und *d* von 120° vor. Man sieht aus diesen Figuren deutlich, dass nur der sehr schlanke Keil ein Durchschneiden der Schichten erzielen kann, während je stumpfer die Keile werden, ein um so vollkommeneres Mitnehmen der Schichten gegen unten erfolgt.

Fig. 5558 *e* zeigt das Eindringen eines 50^{mm} breiten, unten kreisförmig abgerundeten Werkzeuges (Stempels) und es ist deutlich wahrnehmbar, wie Theile der obersten Schichte mit hinabgeführt wurden. Besonders lehrreich sind die Figuren 5558 *f* und *f'*, welche das Eindringen eines Werkzeuges von 50^{mm} Breite mit normal zur Bewegungsrichtung stehender Endfläche darstellt. Man erkennt deutlich, dass sich unter der Endfläche (Druckfläche) eine keilförmige Materialmasse festsetzte, welche mit der Druckfläche zugleich in das übrige Material eindrang und hierdurch ein ganz ähnliches Fliessen der unteren Schichten bewirkte, wie dies bei *c* und *e* erzielt wurde.

Fig. 5558 *g* zeigt dasselbe, das benützte Werkzeug hatte hier nur eine Breite von 20^{mm}, daher die Erscheinung des Mitnehmens der oberen Schichten nicht so deutlich ist. Die Figuren 5558 *h*, *h'* und *i*, *i'* zeigen das Fliessen beim Abscheren und zwar wurde bei *h*, *h'* ein Brettchen von 20^{mm} Breite und normaler Druckfläche, bei *i*, *i'* ein ebenso breites Werkzeug mit dem Zuschärfungswinkel von 60° verwendet. Diese Figuren deuten an, dass auch bei dem sogenannten Abscheren ein nicht unbedeutendes Fliessen der Theilchen erfolgt.

Eine andere Gruppe von Einwirkungen, dem Abtrennen von Spänen vergleichbar, zeigen die Fig. 5559 *A* bis *E*. Die Bewegung der Werkzeuge ist

Fig. 5559.



Spanbildungen bei Einwirkung von Werkzeugen verschiedener Schneidwinkel.

hier horizontal. Das Werkzeug mit dem Schneidwinkel von 30° gestattet dem Spane bei *A* fast ohne Stauchung sich zu entwickeln, jenes bei *B* mit 60° staucht die abgetrennten Theile schon sehr bedeutend, noch mehr allerdings das

Werkzeug *C*, dessen Schneidwinkel 90° beträgt. Die Arbeitsleistung für das Stauchen ist wesentlich grösser als jene für das Abtrennen.

In Fig. 5559 *D* u. *E* sind dieselben Werkzeuge wie in *C* u. *B* benützt, doch sind sie unter einem Winkel von 45° zur Bewegungsrichtung aufgesetzt, wodurch ein seitliches Abfliessen des gebildeten Spanes und zwar in beiden Fällen ohne wesentliche Stauchung desselben möglich ist. In diesen fünf Fällen gleitet das Werkzeug mit seiner Grundfläche über die Trennungsfläche hin, dies ist aber dann geradezu unzulässig, wenn der Beginn des Angriffs nicht am Ende, sondern in der Mitte des Werkstückes erfolgen soll, denn in diesem Falle müsste das Werkzeug mit seiner ganzen Auflagefläche erst in das Arbeitsstück eingedrückt werden, welchem Eindrücken ein grosser Widerstand, abhängig von der Grösse der Grundfläche des Werkzeuges und der Beschaffenheit des Materiales, entgegenstände. Aus diesem Grunde lässt man die untere Fläche des Werkzeuges über jene Fläche zurücktreten, in welcher sich die Schneide bewegt, wodurch der Schneidwinkel α Fig. 5560 gleich dem Zuschärfungswinkel β mehr dem Anstellwinkel γ wird. Für die Spanbildung wäre es durchaus gleichgiltig, ob das Werkzeug *w* die in Fig. 5560 oder die in Fig. 5561 gezeichnete Lage hätte, denn die von der Schneide weit abstehenden Theile des Werkzeuges haben darauf keinen Einfluss; die Lage Fig. 5561 wird jedoch äusserst selten*) gebraucht, weil bei derselben das Werkzeug durch den bedeutenden Verticaldruck, welcher zum Eindringen der Schneide in widerstandsfähigere Materialien erforderlich ist, zu sehr auf Biegung, bezw. Bruch in Anspruch genommen würde.

Fig. 5560.

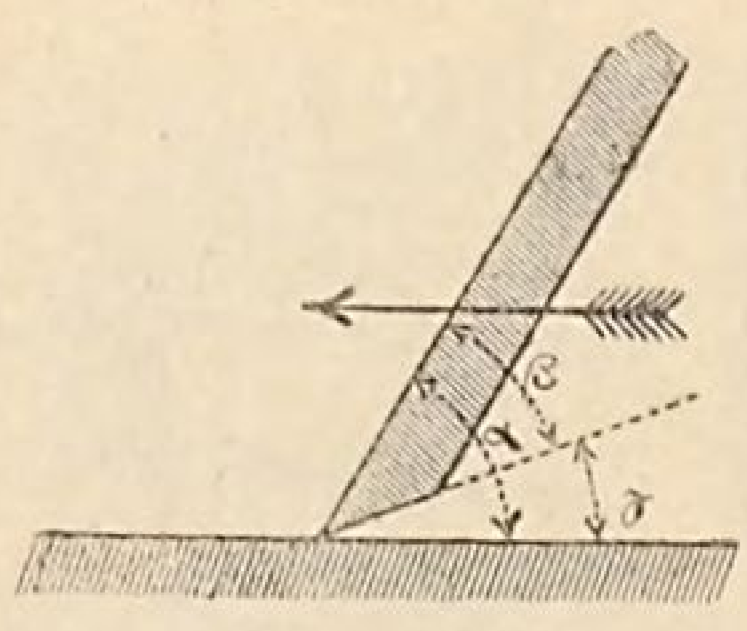
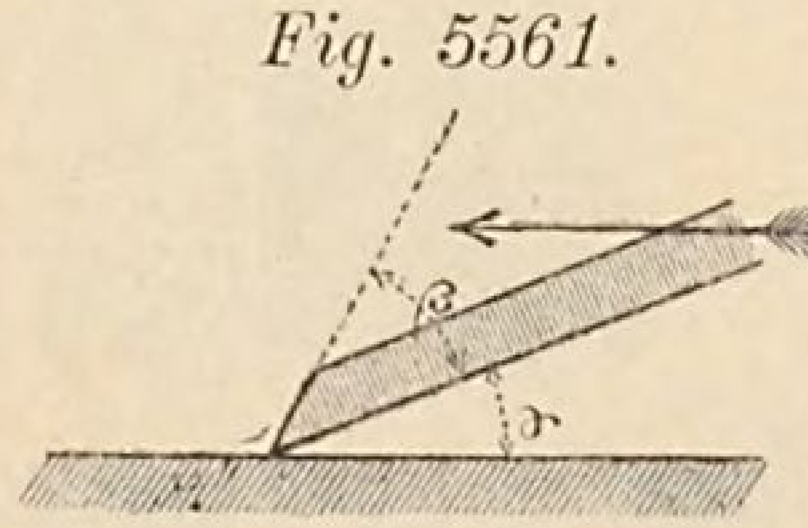
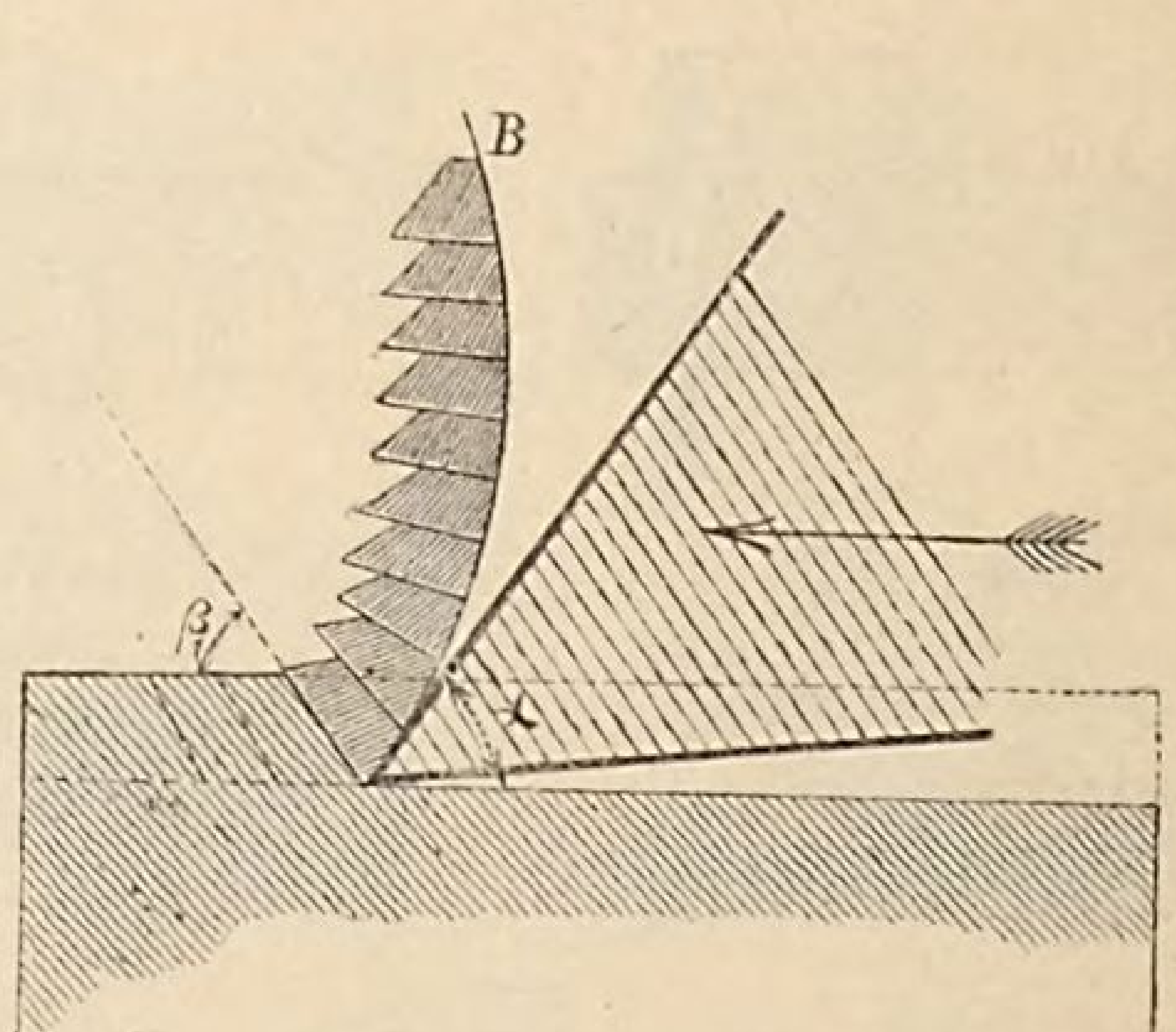


Fig. 5561.



α Schneidwinkel, β Zuschärfungswinkel, γ Anstellwinkel.

Fig. 5562.



Spanbildung bei feinkörnigem Materiale.

Die Art der Spanbildung, wie sie bei feinkörnigen, wenig bildsamen Materialien, vielen Legirungen deutlich wahrgenommen werden kann, mag Fig. 5562 versinnlichen, welche einer Schrift J. Thime's**) entnommen ist. Man erkennt, dass das Werkzeug bei seinem Vorschub zuerst eine gewisse Verschiebung und Pressung auf die vor der Schneide liegenden Materialtheilchen ausübt, welche dann plötzlich über eine unter dem Winkel β_1 liegende Rutschfläche aufwärts gleiten, wenn der Abscherungswiderstand an dieser Fläche kleiner als die Schubkraft geworden. Ueber diese Rutschfläche würde auch das Werkzeug aufzusteigen streben, wenn ihm nicht eine zwangläufige Bewegung ertheilt würde, bezw. wenn nicht bei Werkzeugen, welche von Hand aus geführt werden, ein stetiger Druck gegen das Werkstück entgegenwirkte.

*) Bei einem kleinen amerikanischen Hobel und bei schabend wirkenden Werkzeugen, wo nur ein Abstossen der Rauhigkeiten besorgt werden will.

**) Mémoire sur le rabotage des métaux, St. Petersburg 1877.

Indem der Anstellwinkel nothwendig ist, damit das Werkzeug nur mit seiner schneidenden Kante aufruht und dem Eindringen der Schneide kein unnöthiger Widerstand entgegensteht, so tritt derselbe als Summand zum Zuschärfungswinkel hinzu, den Schneidwinkel gebend. Von dem Schneidwinkel hängt die leichtere oder schwerere Abtrennung des Spanes ab, man trachtet ihn thunlichst klein zu halten, doch findet dieses Streben seine Grenze in der erforderlichen Grösse des Zuschärfungswinkels. Der zu überwindende Material-Widerstand sucht die Schneide abzubrechen und aus diesem Grunde besitzt sie die Näherungsform eines Körpers gleichen Widerstandes gegen Bruch. Aus diesem Grunde werden selbst sehr häufig Scheidwinkel von 90° angewendet, um durch einen grossen Zuschärfungswinkel β die Schneide möglichst haltbar zu machen (Fig. 5563). Zur Bearbeitung aller jener Materialien, welche einen geringeren Widerstand bieten, als Modellirthon, Fleisch, Leder, Holz, Kork, Blei, Zinn, können Werkzeuge mit kleinem Zuschärfungswinkel, messerartige Werkzeuge zur Anwendung kommen,*) ja für das Theilen von Klötzen weichen Thones, Porzellanmasse, Seife u. dgl. sind selbst diese Werkzeuge oft ungeeignet, weil sich die klebrigen Massen zu sehr an das Messer hängen, und es ist zweckmässig, sich zum Schneiden solcher Materialien eines feinen Drahtes zu bedienen, welcher an beiden Enden gefasst (wozu geeignete Holzgriffe dienen) quer durch den zu schneidenden Klotz geführt wird, denn der Widerstand ist so gering, dass die Festigkeit des Drahtes hinreicht ihn zu überwinden, Fig. 5564.

Fig. 5563.

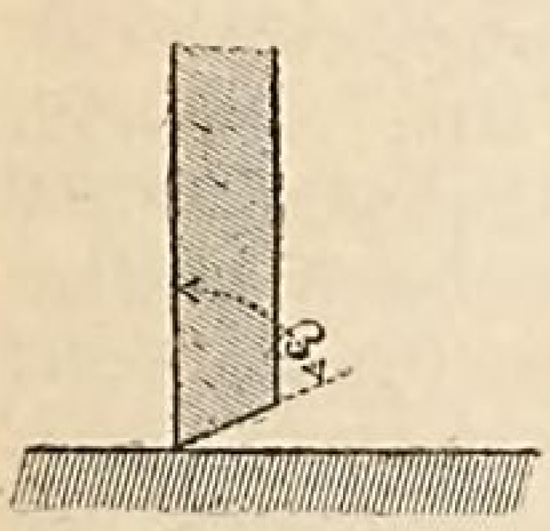


Fig. 5564.

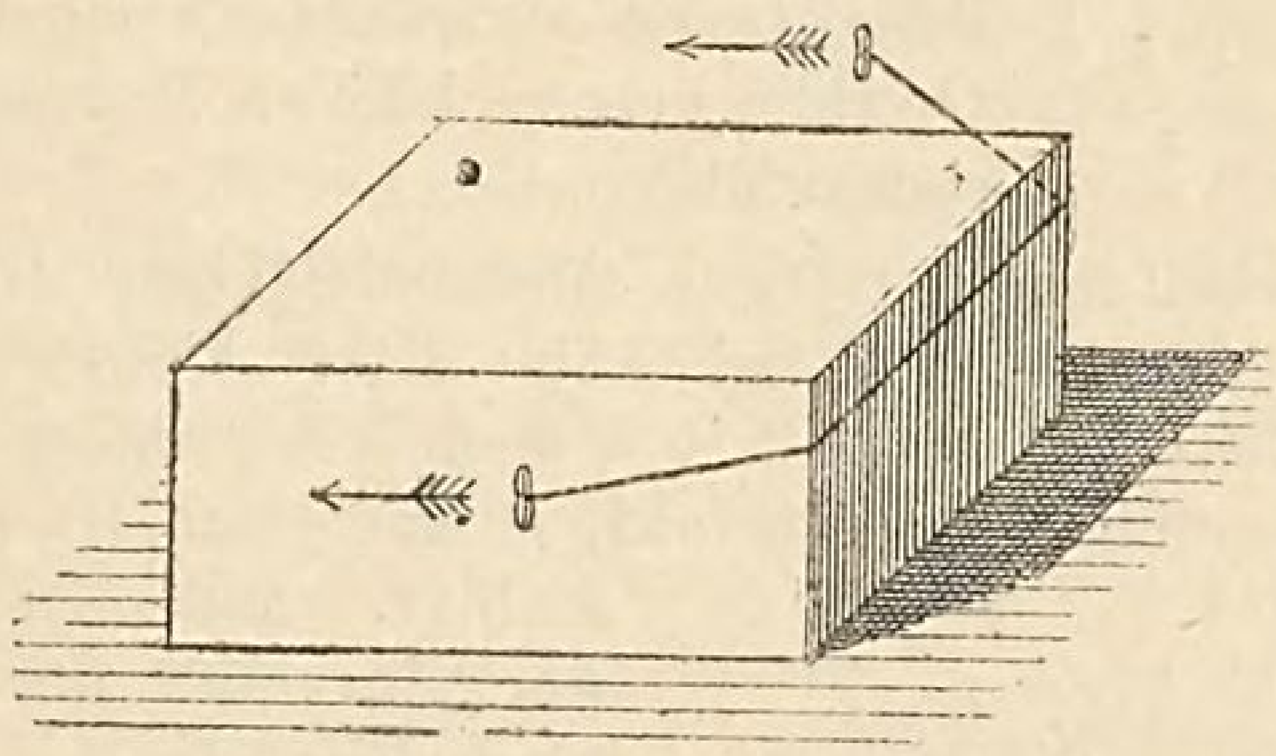
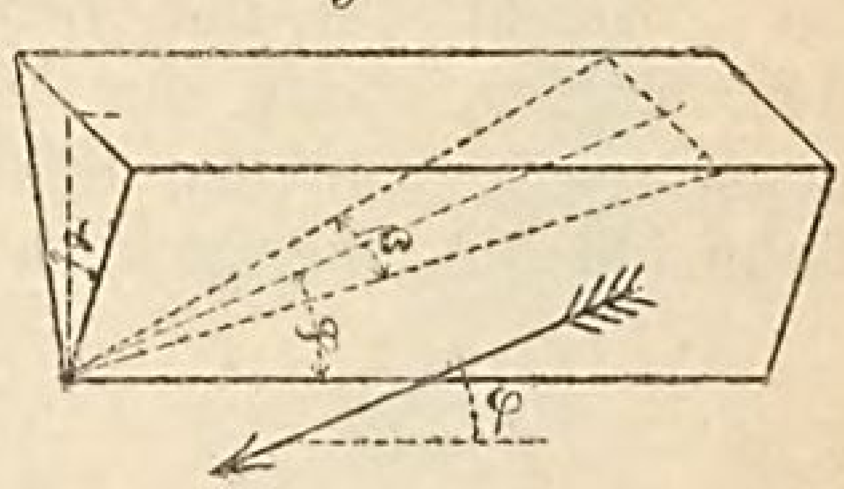


Fig. 5565.



Bei Benützung der Messer findet man bald den grossen Unterschied zwischen gedrücktem und gezogenem Schnitt. Der erstere ist dem senkrechten Eindrücken eines Keiles, der letztere dem unter einem sehr spitzen Winkel erfolgenden Einschieben desselben zu vergleichen, in welch' letzterem Falle nicht der Neigungswinkel α der Keilflächen Fig. 5565, sondern der von der Schubrichtung abhängige Winkel β als der jetzt wirksame neue Keilwinkel für die Wirkung massgebend ist. Wird der Neigungswinkel φ, unter welchem das Messer vorgeschoben wird, sehr klein, so wird auch der jetzt wirksame Keilwinkel β sehr klein, der Keil dringt demnach sehr leicht ein und das Messer schneidet leichter, denn es ist

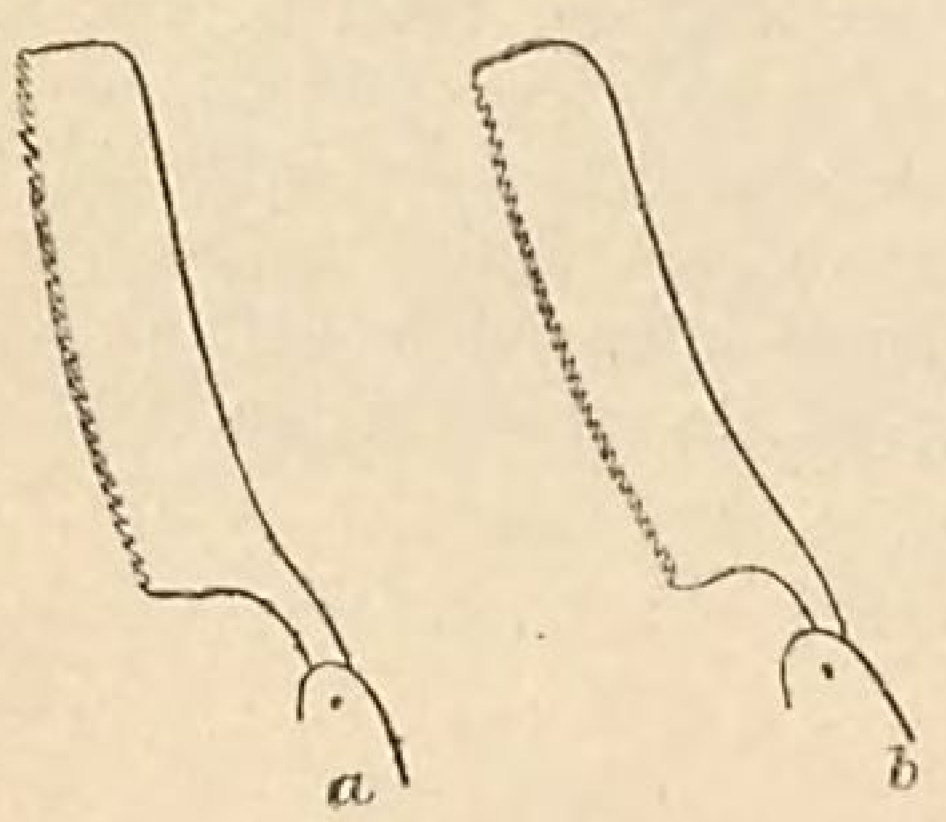
$$tg\,\frac{\beta}{2} = sin\,\varphi\; tg\,\frac{\alpha}{2}.$$

In dieser Wirkung wird das Messer nicht durch die ausserordentlich kleinen Erhöhungen und Vertiefungen der Schneide, welche ähnlich den Zähnen einer Säge wirken könnten, unterstützt, denn je glatter die Schnittkante, z. B. bei Glassplittern (obwohl auch hier zuweilen gezähnte Bruchkanten vorkommen), desto leichter erfolgt das Schneiden; aber es lässt sich nicht leugnen, dass diese Zähnchen

*) Beim Hobeln von Blei, Schriftgiessermetall u. dgl. verwendet man zuweilen auch Schneidwinkel etwas grösser als 90° um recht glatte Oberflächen, bei Anwendung breiter, die Querabmessung des Arbeitsstückes überschreitenden Messer, zu erlangen. Vergl. auch pag. 681.

eine **Wirkung üben** und dass ihre Lage, Richtung und Gestalt von Einfluss sind. Je nach der Art des Schleifens und Abziehens eines Messers kann dasselbe nach der einen oder anderen Richtung des Zuges besser schneiden, weil seine Zähnchen günstiger stehen. So wird z. B. beim Rasiren das Abschneiden der Haare während der Abwärtsbewegung der Hand erfolgen sollen, demnach soll auch das Messer bei dieser Bewegungsrichtung besonders gut wirken, was bei gleich sorgfältig abgezogener Schneide dann besser geschehen wird, wenn die Bewegungsrichtung beim Abziehen Zähnchen schuf, welche die Lage Fig. 5566 *b* aufweisen, während Fig. 5566 *a* (natürlich ebenfalls caricirt) die ungünstigere Beschaffenheit der Schneide zeigt. Im Artikel Schleifen wurde (VII 688) die richtige Methode des Abziehens besprochen.

Fig. 5566.



Der **gezogene** Schnitt liefert bei allen organisirten Materialien, welche aus polyädrischen, namentlich dickwandigen Zellen bestehen, z. B. beim **Kork**, allein richtige reine Schnittflächen; der gezogene Schnitt ist es auch, welcher bei **Sichel** und **Sense***) zur Wirkung kommt. Dem gedrückten Schnitte würden die freistehenden Halme ausweichen; die Gebrauchsweise dieser Werkzeuge führt aber im Schwunge die Schneide fast tangential am Halme hin, welcher durchgeschnitten ist, bevor er Zeit findet auszuweichen. Auf die Anwendung bei gezogenem Schnitte ist auch die Formgebung mancher im Oriente gebräuchlicher Messer und Waffen zurückzuführen.

Selbst bei der Bearbeitung minder widerstandsfähiger Körper, wie z. B. des Holzes, darf der Zuschärfungswinkel kein allzu kleiner sein, weil sich sonst bei gedrücktem Schnitte, namentlich bei mehr einseitigem Gegendruck, die Schneide des Werkzeuges umbiegt oder bricht, je nach der Härte des Werkzeugstahles. Aus diesem Grunde findet der Zuschliff der meisten Messer nach Fig. 5567 *a* oder *b* statt. Bei Hobeleisen ist es theils aus diesem Grunde, theils der geringeren Schleifarbeit wegen (VII pag. 680) angezeigt, das Werkzeug beim Nachschleifen nicht parallel zur Fläche *a b* Fig. 5568 *I*, sondern nach *a b* Fig. 5568 *II* anzuschleifen, nur darf $\sphericalangle\, \alpha$ nicht grösser wie in *I* werden, damit mit Rücksicht auf die starke Neigung des Eisens im Hobelkasten der Anstellungswinkel nicht verschwände.

Fig. 5567.

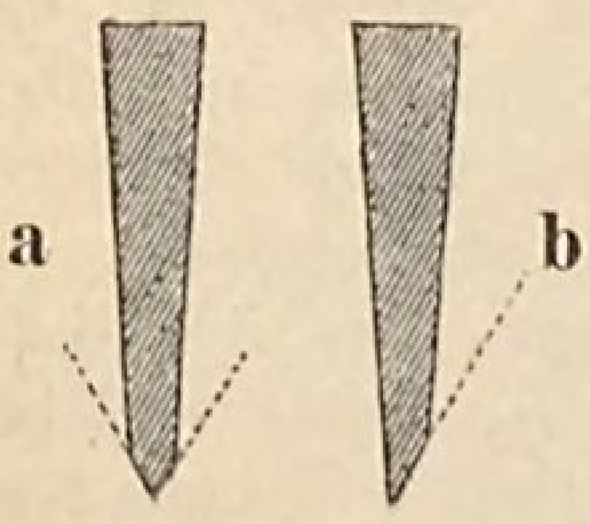
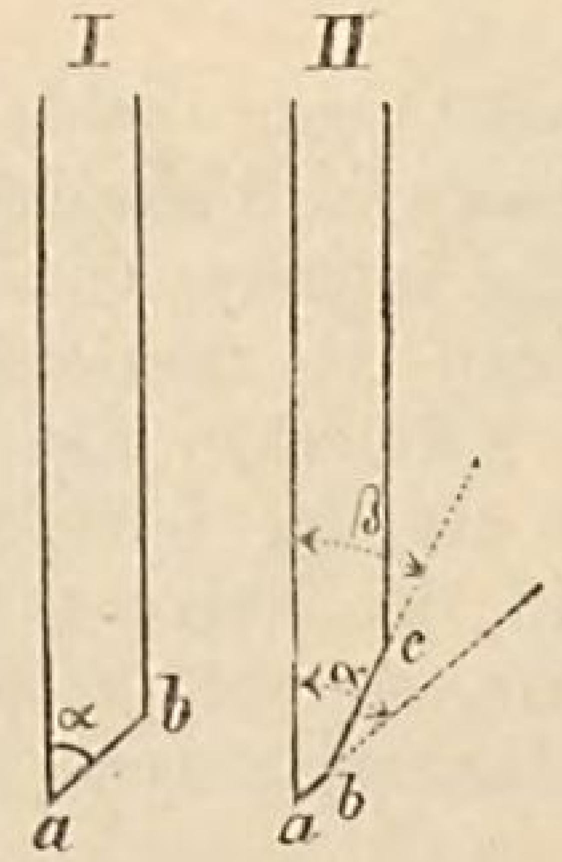


Fig. 5568.



Der Schneidwinkel der Hobel, mithin auch die Neigung des Eisens zur Hobelsohle beträgt bei den meisten Holzhobeln 43 bis 48°, bei dem Zahnhobel 67°, bei Hobeln auf sehr harte Hölzer 60 bis 64°, für Metalle 85 bis 90°.

Die Anwendung von, zur Bewegungsrichtung schräger Aufsetzung des Werkzeuges, wie selbe in Fig. 5559 *D* und *E* dargestellt erscheint (Aufsatzwinkel 45°) findet selten statt, und wenn dies geschieht, wie beim schrägen Simshobel (IV 341), ist der Zweck nicht der den Span seitlich und leichter zum Abfluss zu bringen, sondern jener beim Hobeln des Holzes senkrecht auf den Faserlauf die einzelnen

*) Vergl. Gustav Hermann, „der Reibungswinkel“, Braunschweig, Vieweg, 1882.

Punkte der Schneide auf verschiedenen Holzfasern zum Angriff zu bringen, denn würden alle Schneidenpunkte gleichzeitig auf eine Faser wirken, so wäre ein Ausbrechen derselben fast unvermeidlich. Die Ursache, warum man schiefe Aufsatzwinkel häufig meidet, liegt in der dem Bruche ausgesetzten scharfen Spitze, welche das Messer oder Eisen bei x, Fig. 5569 erhalten müsste.*) Lieber gibt man einem Werkzeuge die in Fig. 5570 gezeichnete Form, wie dieselbe bei den Messern der Maschinen für's Metallhobeln und Drehen sich zuweilen findet.

Fig. 5569.

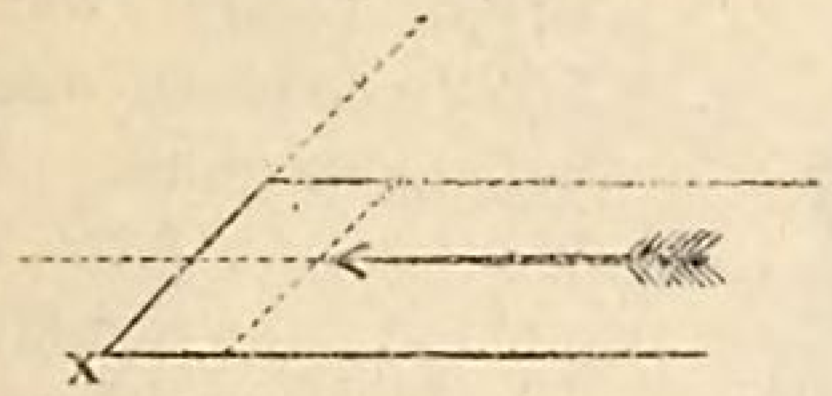
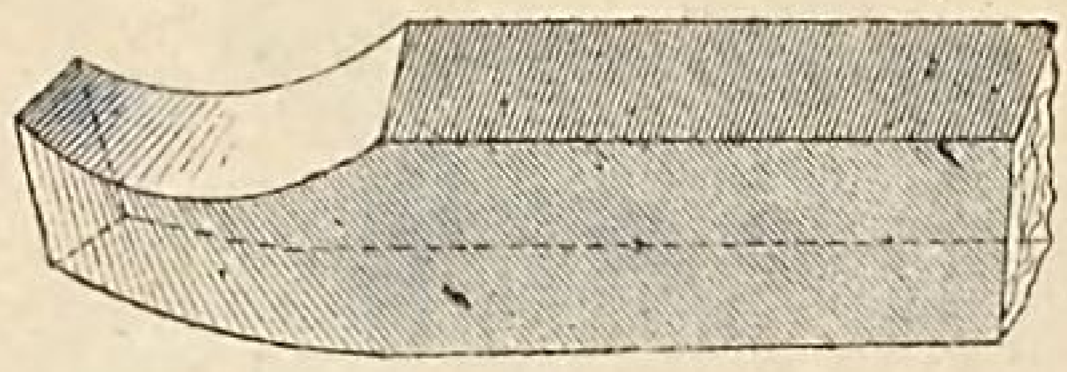


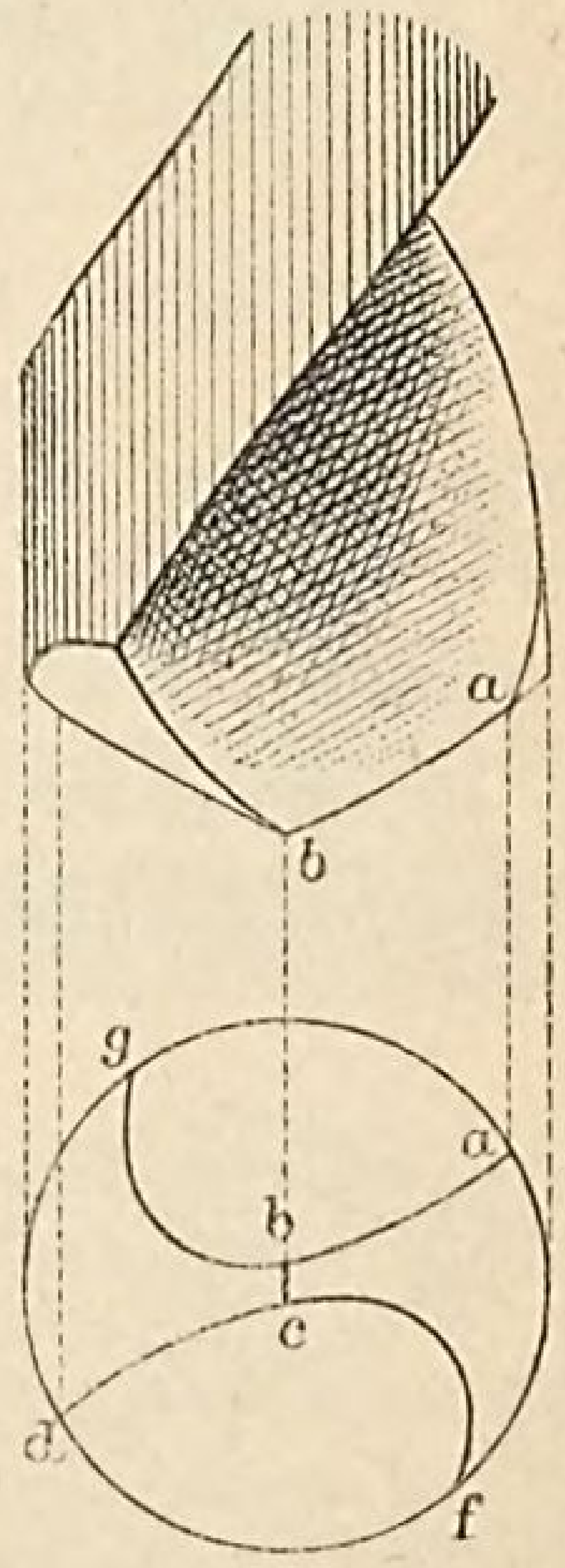
Fig. 5570.



Werkzeuge mit Zuschärfungswinkeln gleich und grösser als 90° kommen vor. Bei den Schabern (VII 561) benützt man Winkel bis 120° und auch bei Meisselbohrern zum Steinbohren geht man bis 110° und erreicht bei ersteren durch diese Winkelgrösse die Abtrennung äusserst zarter Späne, bei letzteren, ohne den Bohreffect in Frage zu stellen, längere Dauer der Schneide.

Die Nothwendigkeit des Anstellwinkels ist bei Hobeln und ähnlichen schneidenden Werkzeugen nicht leicht zu übersehen; sie ist aber nicht minder auch bei Bohrern und Fräsen vorhanden und ihr ist bei diesen Werkzeugen, besonders wenn an dieselben gewisse Bedingungen der Form oder der Instandhaltung gestellt sind, minder leicht zu entsprechen. Betrachtet man z. B. den amerikanischen Spiralbohrer (I 709), dessen Spitze Fig. 5571 in der Seitenansicht und jener von unten deutlich zeigt, so sind $a\,b$ und $c\,d$ die schneidenden Kanten, welche den Bohrlochgrund annähernd nach einer Kegelfläche**) ausnehmen, hinter welche die Flächentheile $a\,b\,f$ und $c\,d\,g$ zurücktreten müssen, hinterschliffen sind, damit ein Anstellwinkel vorhanden ist. Hieraus folgt, dass die Bohrerspitze nicht nach jener Kegelfläche, welche die Schneiden durchlaufen, angeschliffen werden darf, sondern dass die Flächen $a\,b\,f$ und $c\,d\,g$ andere Flächen sein müssen. Sind sie gleichfalls Kegelflächen, so darf ihre Achse nicht mit der Werkzeugachse zusammenfallen. Hierdurch wird der Anschliff schwierig und kann mit Vortheil nur mehr mit Zuhilfenahme besonderer Schleifvorrichtungen erzielt werden.***) Aus ähnlichem Grunde ist auch die Herstellung der steyrischen Schneckenbohrer (I 722) eine schwierige und sind die Schmiede selten, welche sie richtig herzustellen vermögen.

Fig. 5571.



Bei den Fräsen ist nicht selten die Bedingung gestellt, dass diese Werkzeuge ohne Aenderung des Profiles der Zähne sich nachschleifen lassen. Dieser sehr schwer zu erfüllenden Bedingung entsprechen die Fräsen von Brown & Sharp in Philadelphia dadurch, dass bei diesen Fräsen der erforderliche Anstellungs-

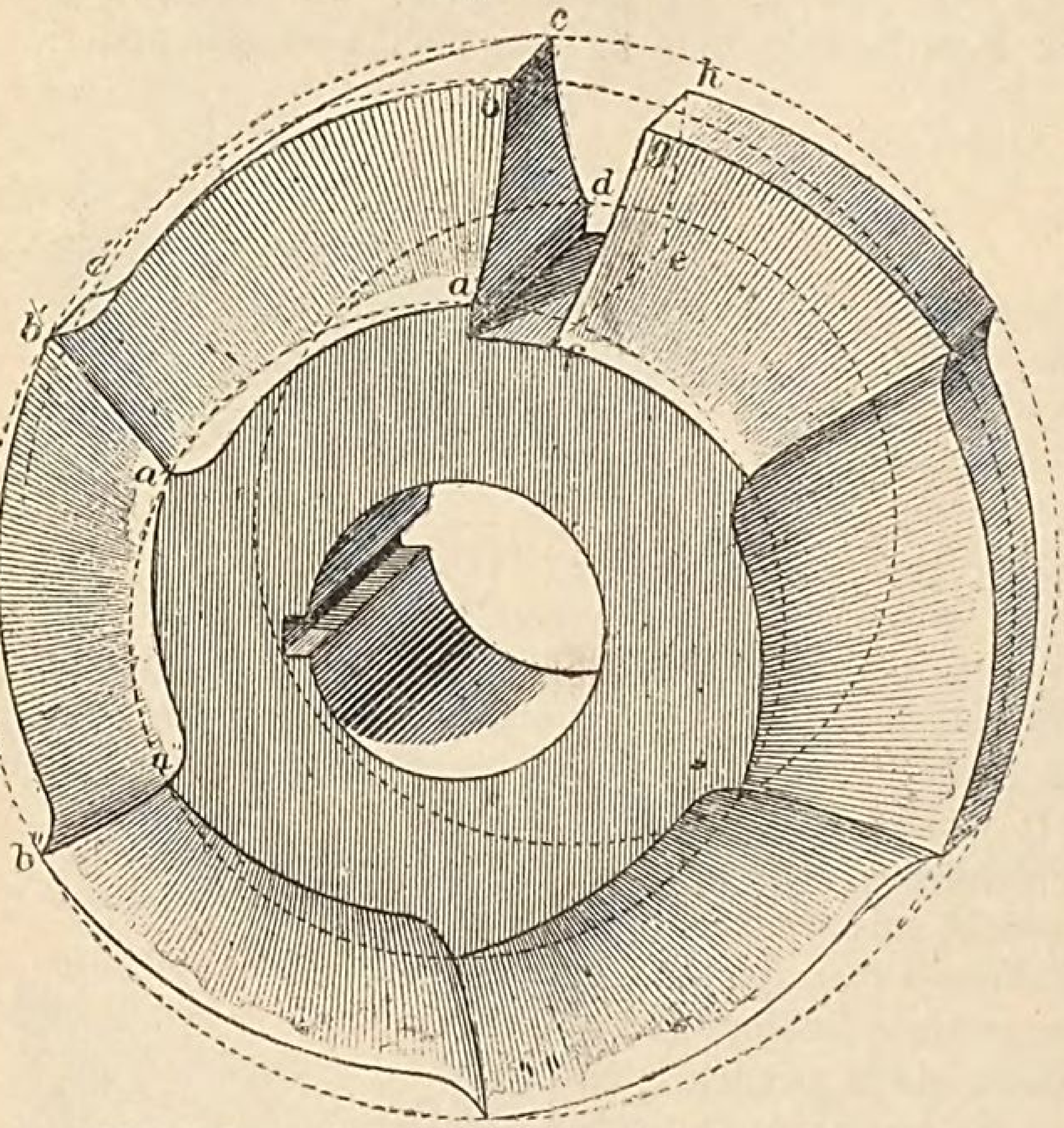
*) Eine solche Spitze findet sich beim Drehstichel (II 684), doch kommt diese Spitze bei der Arbeit nicht zum Angriff.

**) Eigentlich nach zwei nur um die Spandicke versetzten Schraubenflächen, deren Ganghöhe gleich dem auf eine Umdrehung entfallenden Vorschube des Bohrers ist.

***) Schleifmaschinen für diese Bohrer baut u. A. die Maschinenfabrik in Oerlikon bei Zürich und die Floridsdorfer Locomotivfabrik.

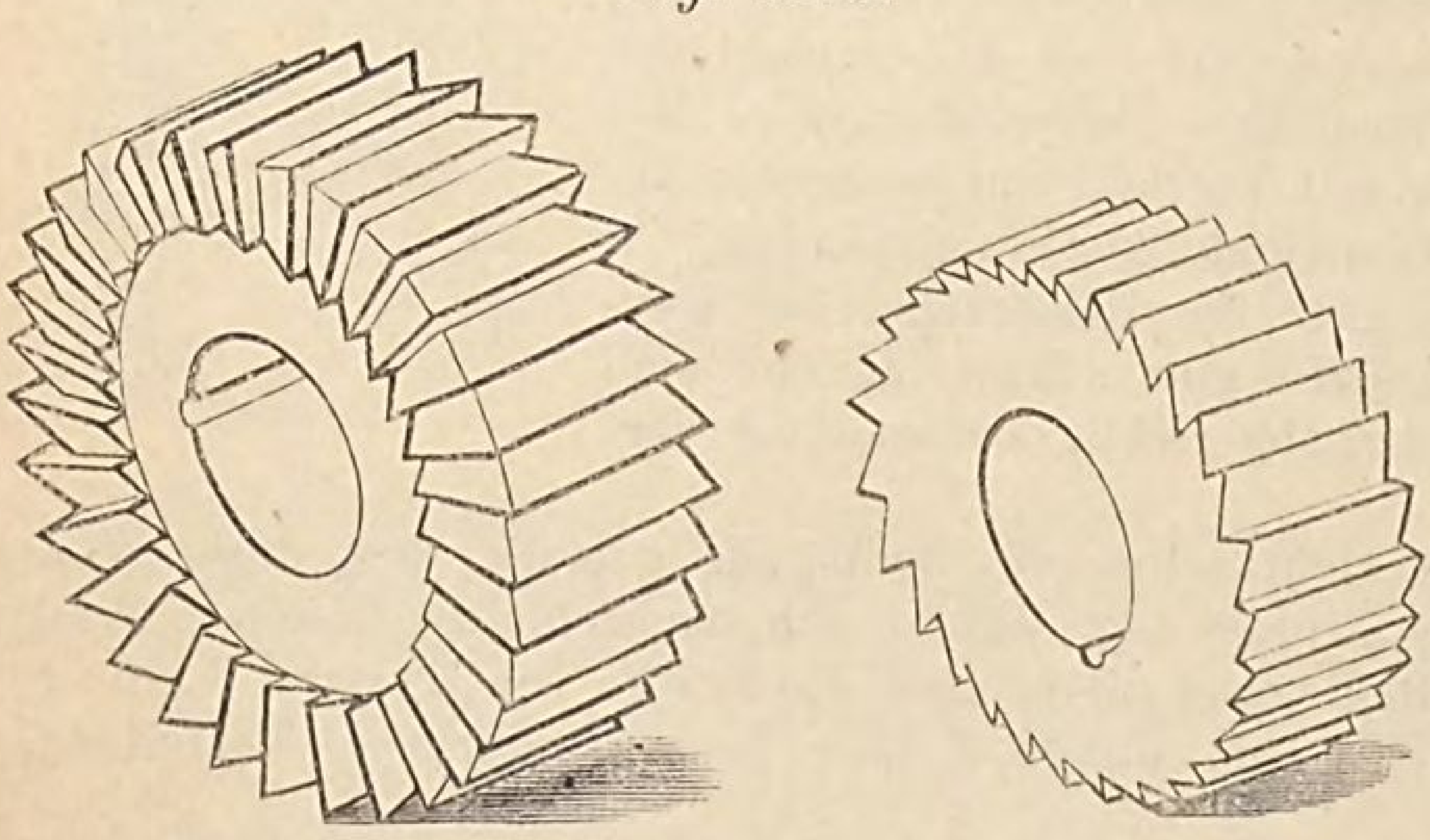
winkel nicht durch Anschliff der Zähne von der Rückseite, sondern durch die Methode ihrer Herstellung erzielt wird. Denkt man sich das wirksame Zahnprofil (Figur der Zahnschneidkante) *a b c d*, welches gegen die Achse an Breite zunehmen muss, Fig. 5572, nicht concentrisch zur Fräsenachse, sondern excentrisch zu derselben bewegt, also nicht nach den punktirten Linien der Fig. 5572, sondern nach den voll gezogenen Linien *a' a'' a . . .*, *b' b'' b . . .*, *c c' . . .*, so erhält man — durch richtigen Gebrauch einer Passigbank (II 699) — zunächst ein unrundes Arbeitsstück, eine Wellenscheibe, Fig. 5572. Schneidet man in diese nach *a b c d e f g h* die Zahnlücken ein, so erhält man die Fräsezähne, welche, wenn abgestumpft, stets von ihrer Vorderseite radial nachgeschliffen werden können, ohne das Profil zu ändern, nur muss der Nachschliff bei allen Zähnen so viel Material wegnehmen, dass die Ebenen der neuen Schneidkanten (pl. *a b c d*, *a' b' c' d'* etc.) genau den richtigen Mittelpunktswinkel mit einander einschliessen, welcher bei n Zähnen $\frac{1}{n} \cdot 360^0$, in unserem Falle also $^1/_6 \cdot 360 = 60^0$, betragen muss. Hieraus folgt, dass die Fräse beim Nachfräsen oder Nachschleifen auf einer Vorrichtung aufgespannt sein muss, welche die exacte Einstellung, bezw. ruckweise Drehung um den genauen Winkel zulässt.*)

Fig. 5572.



Herstellung der Fräse nach Brown & Sharp.

Fig. 5573.



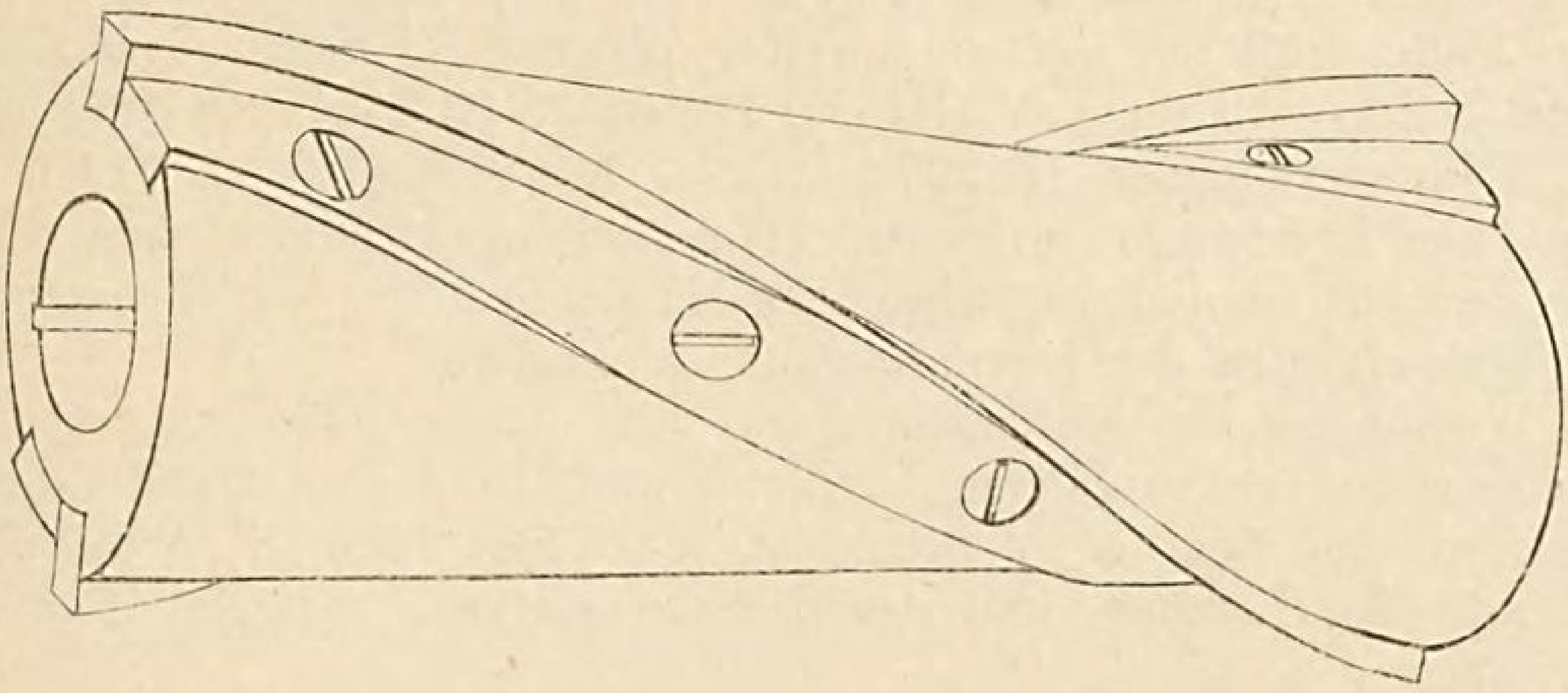
Gewöhnliche Fräsen.

Durch die wellenförmige Bewegung des Profils liegen die Flächenelemente hinter den Schneidkanten zurück und ist hierdurch dasselbe erreicht, was durch das Hinterschleifen erzielt wird, der Anstellwinkel, und doch ist die Constanz des Profiles gewahrt.

*) Ueber das Schleifen der Fräsen finden sich werthvolle Mittheilungen Prof. Carl Pfafts im III. Jahrg. der Mitth. d. technol. Gewerbe-Museums 1887, Sect. f. Metall-Industrie pag. 34 etc.

Eine sehr beachtenswerthe Neuerung ist in den Fräsen von Wannieck in Brünn gegeben. Während die gewöhnlichen Fräsen, wie sie durch Fig. 5573 dargestellt sind, zahlreiche Schneiden aufweisen, welche je ihrer ganzen Länge nach gleichzeitig auf das Arbeitsstück treffen, weist die Wannieck'sche Fräse nur zwei schraubenförmige Schneiden auf. Die einzelnen Punkte der Schneide berühren das Werkstück daher nacheinander, wodurch ein stossfreier Angriff gesichert ist.

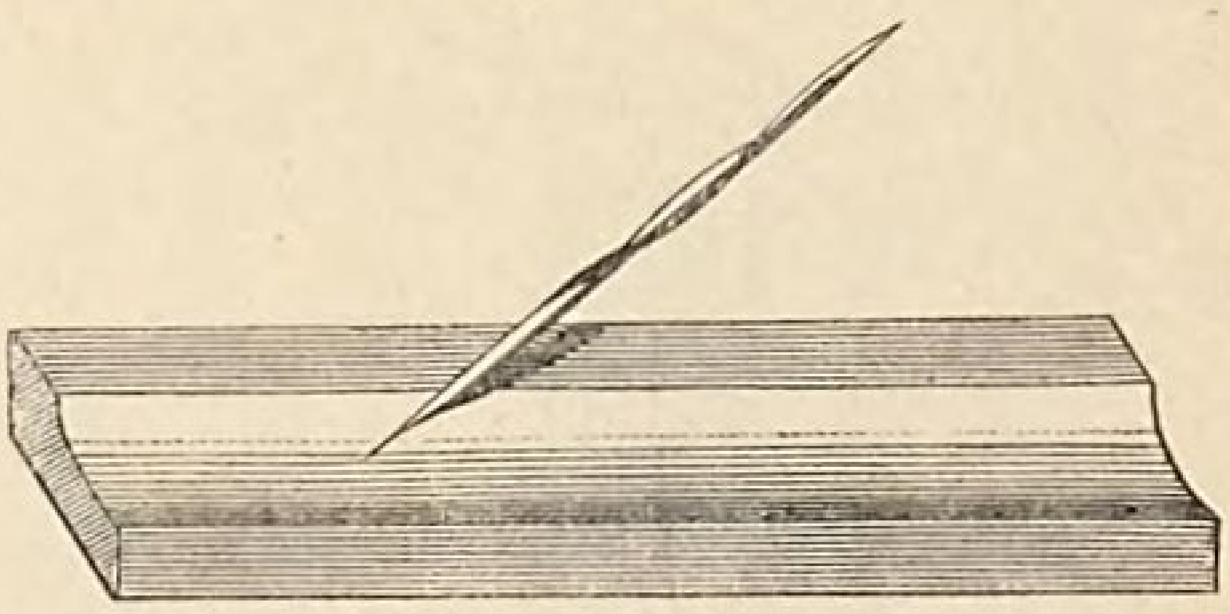
Fig. 5574.



Wannieck's Fräse.

Die Messer sind bei Wanniecks Fräse in den Fräskopf, wie Fig. 5574 zeigt, eingesetzt und hierdurch lassen sich lange Fräsköpfe herstellen; ja in dem Falle als auf einer Frässpindel drei solcher Köpfe neben einander angeordnet sind, lassen sich Arbeitsstücke von 1^m Breite auf einmal, d. h. bei einem langsamen Durchgang durch die Maschine genau eben abarbeiten.

Fig. 5575.



Die Art des Angriffes dieser Fräsen ist durch die Figur 5575 dargestellt. Die Arbeitszeit für das Ebenfräsen eines Arbeitsstückes beträgt etwa $^1/_7$ jener Zeit, welche für das Ebenhobeln erforderlich ist und zudem wird die Arbeit reiner und vollkommener. Natürlich muss auch hier eine sehr genau wirkende Schleifmaschine, bei Anwendung guter Schmirgelscheiben zur Anwendung kommen, doch ist die genaue Zuschleifung zweier Schneiden doch leichter, als jene der zahlreichen Schneiden der gewöhnlichen Fräsen, obwohl auch diese exakt geschliffen werden können, wenn auf ein Vorschleifen, ein- bis zweimaliges Nachschleifen mit äusserst feiner Einstellung stattfindet.

Die schneidenden Werkzeuge, welche auf Holz zu arbeiten bestimmt sind, liefern bei rascher Bewegung reineren Schnitt und können sehr bedeutende Geschwindigkeiten mit Vortheil angewendet werden, wovon namentlich bei den Werkzeugmaschinen für Holzbearbeitung Anwendung gemacht wird.

Für die Bearbeitung spröder Materialien von geringer Härte können je nach dem Härtegrade die Werkzeuge der Holzbearbeitung, z. B. für Alabaster, oder jene für Metallbearbeitung, welche sich durch grösseren Schneid- und Zuschärfungswinkel unterscheiden, z. B. für Thonschiefer, Marmor, Bein u. dgl. zur Anwendung kommen. Für Hartguss eignet sich nur mehr Manganstahl und Wolframstahl als Werkzeug zum Drehen und Hobeln; für noch härtere spröde Materialien kann man sich des Diamantes als Werkzeug für manche Zwecke bedienen, meist zieht man jedoch das Schleifen vor.

Keile und Aexte finden ihre Anwendung vorzüglich auf spaltbare Materialien, namentlich Holz. Treibt man mehrere Keile, welche längs einer dem

Faserlaufe entsprechenden Linie aufgesetzt sind, durch Schläge der Reihe nach tiefer und tiefer in das Holz, so entwickelt sich bald die Spaltfläche. In ganz ähnlicher Weise kann auch das Spalten von Stein (Keilsprengen s. VIII 453 etc.) erzielt werden. Auf hämmerbare Materialien werden keilförmige Werkzeuge (Abschrot- und Setzmeissel VII 737) zum Abhauen stabförmiger Stücke, oder (Meissel VI 33) zum Abtrennen kleiner Theile angewendet.

Hämmer. Die Wirkungsweise der Hämmer kann eine unmittelbare oder mittelbare sein. Im ersteren Falle trifft der Schlag des Hammers unmittelbar das Arbeitsstück — Schmiedehämmer (VII 732), Treibhämmer (I 555) etc. etc. — im zweiten Falle trifft er auf ein zweites Werkzeug, welches auf das Arbeitsstück gesetzt wird — Schlage (VIII 453), Fäustel (VIII 454), Schlägel und Klöpfel (VIII 457), Feilhauerhammer (III 397) u. a. — Die Schlagfläche, Bahn des Hammers ist bei den indirect wirkenden Hämmern meist nahezu eben, bez. wenig convex, während bei den direct wirkenden Hämmern die verschiedensten, oft stark convexen Flächenformen der Hammerbahn vorkommen.

Die Wirkungsweise eines Hammers mit ebener Bahn auf ein bildsames Materiale von grösserer Ausdehnung deutet Fig. 5558 *f* an und falls die Hammerbahn grösser als das bearbeitete Stück ist, lässt Fig. 5676 die Materialbewegung erkennen. Ist die Hammer- und Ambossbahn convex, so zeigt Fig. 5577 die Einwirkung an.

Fig. 5576.

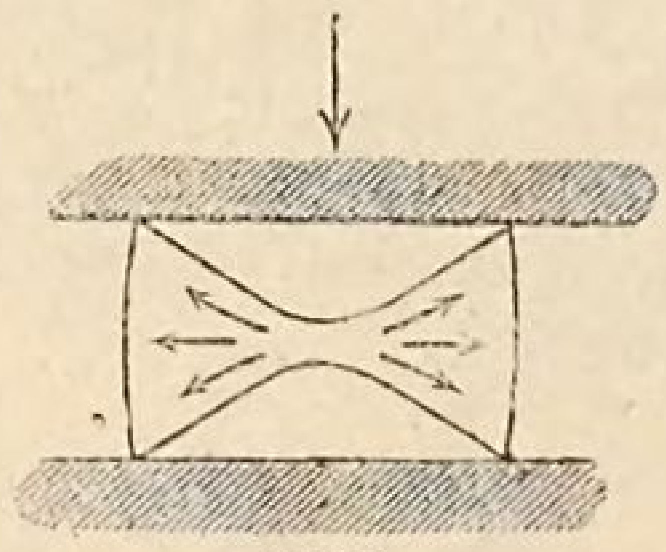


Fig. 5578.

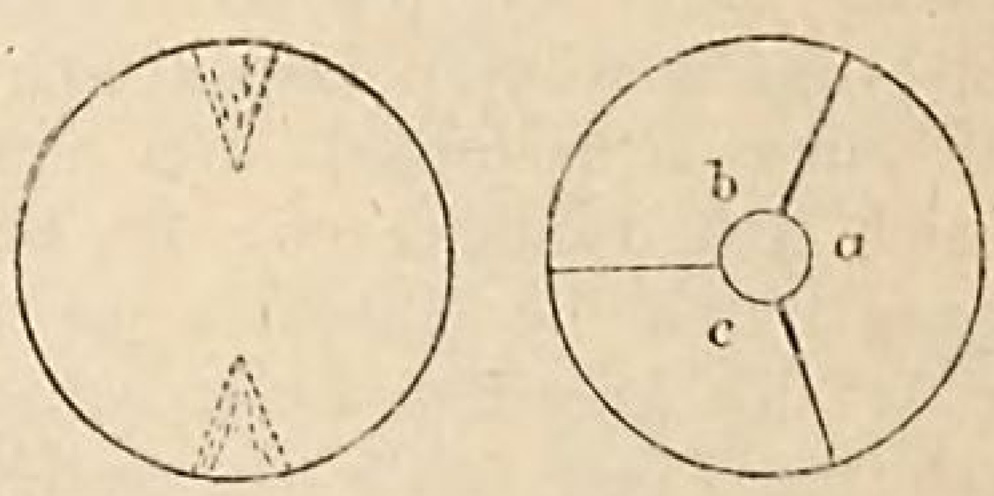
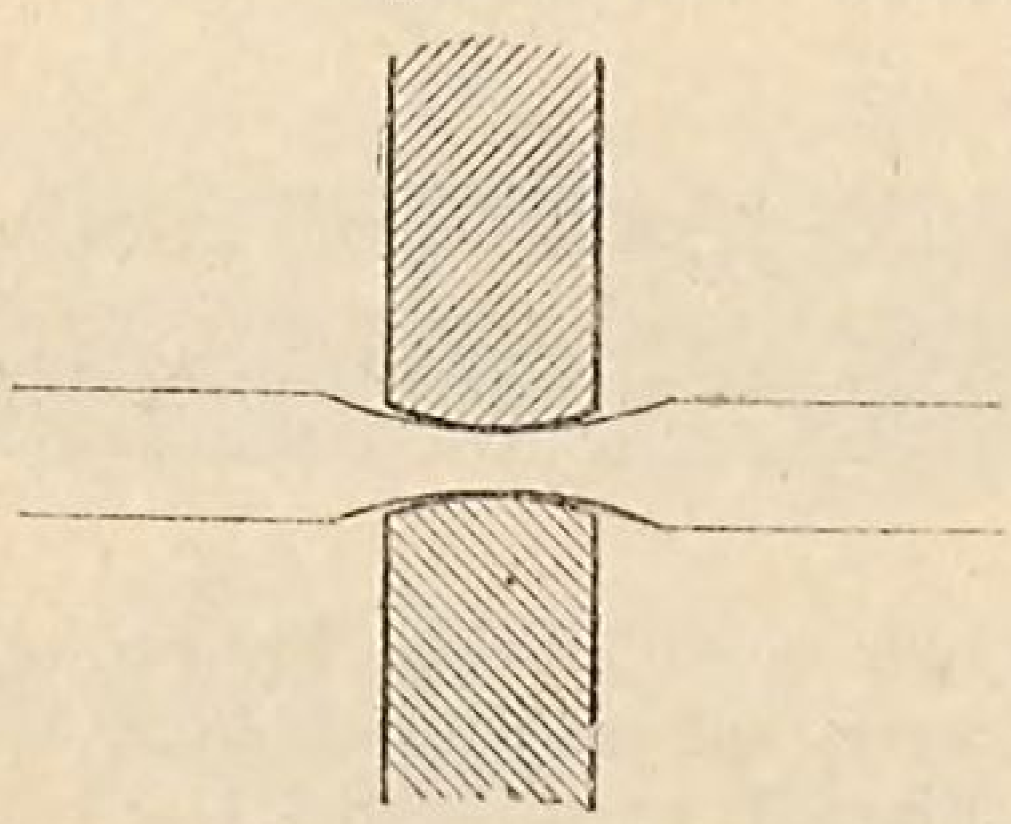
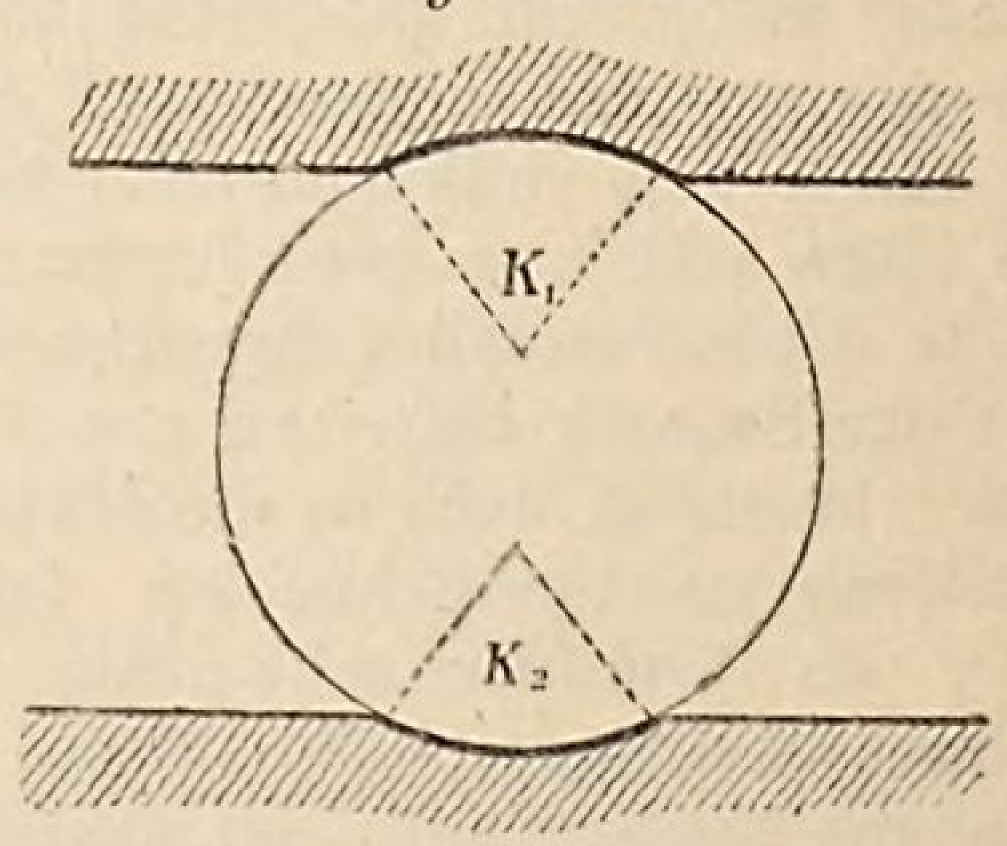


Fig. 5577.



Hammerwirkung auf bildsames Materiale.

Fig. 5579.



Hammerwirkung auf sprödes Material.

Die lebendige Kraft oder kinetische Energie des Hammers wird während jenes kleinen Wegstückes der Formänderung aufgehoben und den, namentlich bei der Blechbearbeitung, sehr kleinen Wegen, müssen daher sehr bedeutende Pressungen entsprechen, hinreichend gross, die Materialtheilchen in Fluss zu bringen. Das bei der Blechbearbeitung (Treiben oder Aufziehen I 554) unmittelbar vom Schlage getroffene Flächenelement des Bleches nimmt an Ausdehnung zu und muss in Folge des Zusammenhanges mit den umgebenden Materialtheilen convexer oder concaver werden. Soll das Blech keine übermässige, zum Zerreissen führende Inanspruchnahme erleiden, so müssen die Hammerschläge nach Kraft und Vertheilung sehr richtig angebracht sein, damit die beabsichtigte Formänderung erzielt wird; mit Recht wird daher das Treiben als sehr schwierig (als „Kunst“) angesehen.

Die Anwendung der Hämmer auf spröde Materialien bezweckt Formänderung durch Bruch. Auch hier baut sich unter der Bahn des Hammers ein Materialkegel auf und dieser treibt das Werkstück zum Bruch. Besonders scharf ist dies beim Zerschlagen gusseiserner Kugeln wahrnehmbar; die Kugel plattet sich an der Hammer- und Ambossbahn etwas ab, es bauen sich auf diesen Flächen kleine Materialkegel auf, welche als primäres Bruchstück das Theilstück *a* ausstossen, während durch secundäre Nachwirkung noch ein weiteres Brechen in die Stücke *c* und *d* erfolgt.*) Fig. 5578.

Geben die wirkenden Endflächen des Werkzeuges, z. B. durch entsprechende Grübchen, zu der Bildung grösserer Kegel Veranlassung, wie dies in Fig. 5579 angedeutet ist, so erfolgt der Bruch schwieriger, indem zuförderst, bevor die Kegel zersprengend wirken können, der Abscherungswiderstand an ihren Oberflächen überwunden werden muss. Bei würfelförmigen Stücken und ebener Fläche des Ambosses und der Hammerbahn, bauen sich auf der oberen und unteren Fläche des Würfels die Kegel auf, der Abscherungswiderstand an diesen grossen Kegelflächen ist weitaus bedeutender und es darf daher nicht Wunder nehmen, dass auch die Arbeit für's Zerschlagen eine viel grössere wird.**) Bei Benützung eines Hammers mit kleiner, stark convexer Bahn, wie ein solcher auch zur Herstellung von Basalt-Schotter verwendet wird, bildet sich unter der schlagenden Fläche gleichfalls ein kleiner Materialkegel und findet die Zerkleinerung daher unter günstigen Umständen statt.

Bezüglich der Feilen und Raspeln (III 389) sowie der Durchschnitte (I 542), Stanzen (I 556) und Prägestempel (VI 191) kann hier auf nähere Besprechung verzichtet werden.

Für alle besonderen Arbeiten, welche sich häufig wiederholen, lohnt sich die Vorrichtung specieller Werkzeuge und Hilfsgeräthe; besonders dann, wenn die Arbeitsstücke von gleicher Grösse oder nur in einigen Grössen-Abstufungen herzustellen sind. Aus den besonderen Werkzeugen entwickelten sich die besonderen Werkzeug- und Arbeitsmaschinen, welche für die einzelnen Arbeiten speciell vorgerichtet, d. h. mit besonderen Werkzeugen und Einspannvorrichtungen versehen sind.

Die Massenfabrication auch des kleinsten Gegenstandes z. B. einer Nähnadel, erfordert dann allerdings oft einen ganzen Satz hintereinander zur Wirkung kommender Vorrichtungen, welche sich bis zur Vollkommenheit automatischer Maschinen erheben können. Bei solchen Vorrichtungen hört der Gebrauchswechsel völlig auf, nur ein Zweck ist's dem sie dienen, aber dieser Zweck wird so vollkommen erreicht, dass alle eines Gebrauchswechsels fähigen Hilfsmittel weithin zurückgedrängt werden.

Kann der vorliegende Artikel naturgemäss auch nur ein sehr beschränktes Bild der unendlichen Geistesarbeit liefern, welche mit der Entwicklung der Werkzeuge sich paarte, ja ist das ganze vorliegende Werk nur als ein Führer zu betrachten, der die Pforten des technisch-industriellen Erkennens erschliessen soll, eines ist klar, es bedurfte des denkenden Zusammenwirkens tausender thätiger Menschen durch ungezählte Jahrhunderte, um die Cultur auf die heutige Stufe zu heben, und doch stehen wir erst am Beginne jener Zeit, in welcher mit wachsender Klarheit auch jene Gaben und Kräfte der Natur in den menschlichen Dienst gezogen werden, welche unseren Ahnen noch den Schauer des Ueberirdischen erweckten.

Literatur: Prechtl, technologische Encyclopädie, 25 Bände, vorzügliche Zeichnungen. — Altmütter, Beschr. d. Werkzeugsammlung des k. k. polyt.

*) Siehe hierüber Näheres in: Kick, das Gesetz der proportionalen Widerstände, Leipzig 1885 pag. 6 und 57.

**) Bei Gusseisen ca. 10mal so gross, wie bei einer Kugel gleichen Gewichtes; bei Marmor, bei welchem die Schichtungen sehr massgebend sind, nur etwa das 1·5fache. S. d. Ges. d. prop. Widerstände pag. 60.

Institutes in Wien, Wien 1847. — Karmarsch. Katalog der Werkzeugsammlung a. d. k. polyt. Schule zu Hannover. Hannover 1870. Dieses Buch bildet eine vorzügliche Ergänzung der Altmütter'schen Schrift. — Fischer Herm., VI. Aufl. von Karmarsch, mechanische Technologie. Der 1. Band bringt viele vorzügliche Holzschnitte der wichtigsten Werkzeuge, doch ist das System bedauerlich. *Kk.*

Werkzeugmaschinen (*machine-outil — machine engine*). Unter diesem Namen pflegt man gegenwärtig die zur mechanischen Bearbeitung der Metalle, Hölzer und Steine dienenden Arbeitsmaschinen zusammenzufassen, also die aus den wichtigsten Werkzeugen durch Aufnahme des Mechanismus hervorgegangenen, die Verwendung beliebiger Arbeitsquellen zulassenden Maschinen. Die Werkzeugmaschinen stellen also eine Art der Arbeitsmaschinen oder Werkmaschinen dar, welchen die Spinnereimaschinen, die Weberei- und Wirkereimaschinen und viele andere gegenüberstehen. Für die Systematik der Werkmaschinen hat hiernach der dem Wort „Werkzeugmaschine" entsprechende Begriff nicht den Umfang des Begriffes Arbeitsmaschine oder Werkmaschine der zum Zwecke einer wissenschaftlich begründeten Anordnung besser in die Unterbegriffe

Werkmaschinen zur Gestaltung von Werkstücken durch Theilverfahren und Werkmaschinen zur Gestaltung von Werkstücken durch gegenseitige Verschiebung ihrer Theile und drittens Transportmaschinen

zu zerlegen wäre.

Indem bezüglich der einzelnen Werkzeugmaschinen und des von ihnen vermittelten Arbeitsprocesses auf die Artikel Bohren, Drehen, Fräsen, Hobeln etc. verwiesen werden muss, seien hier die Werkzeugmaschinen in Bezug auf ihren Arbeitsverbrauch besprochen.

Für die Projectirung, Anlegung und Vergrösserung von Werkstätten, in denen Maschinen zur Bearbeitung der Hölzer und Metalle zur Anwendung kommen, ist es dem Constructeur zu wissen nöthig, welcher mittlere und welcher höchste Arbeitswerth für jede einzelne Werkzeugmaschine anzusetzen ist, damit er Betriebsmaschine und Transmissionen in zutreffender Stärke anordnen kann. Es ist nun zwar nicht ausgeschlossen, den Arbeitsverbrauch jeder Holz- oder Metallbearbeitungsmaschine auf dem Wege der Rechnung festzustellen, aber leider führt dieser Weg nur mit grosser Mühe und auch mit ziemlicher Unsicherheit zum Ziele, denn es gilt hierbei, sämmtliche Hauptdimensionen, Geschwindigkeiten und Gewichte der bewegten Theile einzuführen und durch Formeln, welche schon für die einfacheren Maschinen eine abschreckende Länge annehmen, mit gewissen, die Zapfenreibung, Zahnräderreibung, Riemensteifigkeit, Schnittfestigkeit des Materiales etc. betreffenden Coëfficienten zu verknüpfen. Dieser Weg ist so mühsam, dass ihn selbst der gewissenhafteste Constructeur, wenn er ihn gelegentlich einmal betreten hat, wieder verlässt, weil er findet, dass er durch denselben in ein labyrinthisches Gewirre von gegebenen und vorauszusetzenden, sicheren und zweifelhaften Grössenbestimmungen, überhaupt viel zu sehr ins Detail der vielgestaltigen Arbeitsmaschinen geführt wird. Um nicht den Ueberblick über das Ganze zu verlieren, hat er es früher vorgezogen, den Arbeitsverbrauch der verschiedenen zu einer Anlage gehörigen Werkzeugmaschinen gut oder übel abzuschätzen, seinem praktischen Gefühle und den etwaigen Erfahrungen folgend, welche bei früher ausgeführten Anlagen gesammelt werden konnten. So ist es möglich geworden, dass die Betriebsmaschine für eine und dieselbe Werkstatt von dem einen Constructeur zu 60, von dem anderen zu 120 Pferdestärken veranschlagt werden konnte. Bei der grossen Mannigfaltigkeit der Werkzeugmaschinen nach Anordnung und Grösse konnte der hiernach bestehenden Unkenntniss kaum anders abgeholfen werden, als durch Anstellung specieller Versuche mit einem zwischen die Transmission und jede einzelne Arbeitsmaschine einzuschaltenden Dynamometer; solche Versuche liefern mit einem weit geringeren Aufwand von Rechnungsarbeit, ohne jegliche zweifelhafte Annahmen und Voraussetzungen, daher mit erwünschter

Sicherheit den Arbeitsverbrauch der in Benutzung befindlichen Maschinen unter den factisch bestehenden Eigenthümlichkeiten ihres Ganges und ihrer Wirkungsweise. *)

Es verbietet sich durch den Umfang der gewonnenen Resultate von selbst, in diesem Werke in Einzelheiten einzugehen. Nur Einiges über den allgemeinen Charakter derselben und über die für ganze Gruppen der untersuchten Maschinen giltigen Durchschnittsergebnisse sei vorgeführt.

Es handelte sich in erster Linie darum, zuverlässige Werthe für den Arbeitsverbrauch gut eingelaufener Werkzeugmaschinen im Leergang zu finden, welcher bei manchen Maschinengattungen einen recht ansehnlichen Theil des totalen Arbeitsverbrauches ausmacht und bezüglich dessen eigentlich die grösste Unsicherheit herrscht. Hierzu war in der Regel die Durchführung mehrerer Versuche erforderlich, weil — wie bekannt — die meisten Werkzeugmaschinen mancherlei Wechsel nach Geschwindigkeit, Hubhöhe etc. des Werkzeuges zulassen, und es konnte in den meisten Fällen aus den Ergebnissen dieser Versuche eine empirische Formel construirt werden, welche den Einfluss aller wesentlich einwirkenden Momente zum Ausdrucke brachte. Zuweilen war es möglich, für ganze Gruppen von Maschinen Formeln dieser Art aufzustellen.

So fand sich, dass für gewöhnliche (einfache) Scheeren und Durchschnitte die Leergangsarbeit zutreffend durch die Formel:

$$(1) \ldots\ldots N_0 = 0{\cdot}1 + \frac{n\,\delta^2}{10^6} \text{ Pferdestärken}$$

dargestellt werden kann, worin

δ die Maximaldicke des abzuscheerenden oder zu lochenden Bleches in Millimetern,

n die Zahl der Schnitte pro Stunde bedeutet. Danach würde z. B. bei

$\delta =$	10	20	30	40^{mm}	Blechdicke im Maximum,
$n =$	600	550	500	450	Schnitten pro Stunde,
$N_0 =$	0·16	0·32	0·55	0·82	PS

als Betrag der Leergangsarbeit anzusetzen sein.

Für Kreissägen wird man ebenso sich in Zukunft der Formel bedienen können:

$$(2) \ldots\ldots N_0 = \frac{U \,.\, D}{8 \,.\, 10^5} \text{ Pferdestärken,}$$

worin U die minutliche Umdrehungszahl der Säge,
D den Sägenblattdurchmesser in Millimetern

bedeutet. Diese Formel ergibt z. B. für

$$U = 850,\ D = 800^{mm},\ N_0 = 0{\cdot}95 \text{ Pferdestärken.}$$

Für die verschiedenen Arten der Hobelmaschinen ist die Herleitung einer solchen Formel wegen der grossen Zahl beeinflussender Momente nicht möglich gewesen. Man muss daher in jedem einzelnen Falle sich aus dem Versuchs-

*) Die Direction des K. S. Polytechnikum, welche dem Gegenstand schon früher ihre besondere Aufmerksamkeit zuwendete, beauftragte im Jahre 1869 den Unterzeichneten mit der Durchführung einer Versuchsreihe, welche die Ermittlung des Arbeitsverbrauches und der Leistung der Holz- und Metallbearbeitungsmaschinen zum Ziele haben sollte und erwirkte bei dem königl. Ministerium des Innern die Gewährung der hierzu erforderlichen Geldmittel. Diese Versuchsreihe, deren Durchführung in den beiden grössten Chemnitzer Maschinenfabriken erfolgte, ist im Jahre 1872 zu einem vorläufigen Abschluss gekommen und es wurden ihre Ergebnisse in „Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch der Werkzeugmaschinen unter Mitwirkung der Studirenden der mechanischen Abtheilung vom K. S. Polytechnikum, ausgeführt von Dr. E. Hartig, Leipzig, B. G. Teubner 1873" veröffentlicht. Es wurden Versuche mit 69 Maschinen durchgeführt u. z. mit 4 Scheeren und Durchschnitten, 5 Maschinensägen, 11 Hobelmaschinen für Metalle, 2 Holzhobelmaschinen, 5 Metallbohrmaschinen, 2 Holzbohrmaschinen, 3 Metallfräsmaschinen, 12 Holzfräsmaschinen, 3 Schleifsteinen und Schleifmaschinen, 7 Drehbänken für Metalle, 2 Holzdrehbänken, 5 Specialwerkzeugmaschinen, 2 Krahnen und 6 Ventilatoren.

bericht diejenige Maschine aussuchen, welche der gerade vorliegenden am nächsten kommt. So fand sich z. B. bei der Nuthstossmaschine *MA* der Chemnitzer Werkzeugmaschinenfabrik (grösster Stösselhub 200, Stösselgewicht 42·5[k]) die Leergangsarbeit.

$$(3) \;\ldots\ldots\; N_0 = 0{\cdot}045 + \frac{n \,.\, h}{100} \text{ Pferdestärken.}$$

worin n die Zahl der Stösselhübe pro Minute,
h die Hubhöhe des Stössels in Millimetern

bedeutet, daher für den grössten Stösselhub $h = 200^{mm}$ sich bei

$n =$	19·2	48·3	106	Stösselhüben pro Minute,
$N_0 =$	0·082	0·141	0·256	Pferdestärken

berechnet.

Für grosse Hobelmaschinen beträgt die Leergangsarbeit etwa 1 Pf.-Kr. innerhalb der kurzen Zeit der Umsteuerung ist aber die aufzuwendende Arbeit bedeutend grösser; für mittlere Hobelmaschinen kann 0·4, für kleine 0·15 Pf.-Kr. angenommen werden.

Bei den Bohrmaschinen genügt es, die minutliche Umdrehungszahl der Vorgelegswelle u_1 und diejenige der Bohrspindel u_2 zu kennen, um für jede der hauptsächlichsten Gattungen aus einer der folgenden Formeln den Arbeitsverbrauch des Leerganges angenähert zu finden:

für Bohrmaschinen ohne Zahnräderantrieb

$$(4) \;\ldots\; N_0 = 0{\cdot}0006 \,.\, u_1 + 0{\cdot}0005 \,.\, u_2 \text{ Pferdestärken,}$$

für Bohrmaschinen mit Räderbetrieb der Bohrspindel

$$(5) \;\ldots\; N_0 = 0{\cdot}0006 \,.\, u_1 + 0{\cdot}001 \,.\, u_2 \text{ Pferdestärken,}$$

für Radialbohrmaschinen ohne Rädervorgelege

$$(6) \;\ldots\; N_0 = 0{\cdot}0006 \,.\, u_1 + 0{\cdot}004 \,.\, u_2 \text{ Pferdestärken,}$$

für Radialbohrmaschinen mit Rädervorgelege

$$(7) \;..\; N_0 = 0{\cdot}04 + 0{\cdot}0006 \,.\, u_1 + 0{\cdot}004 \,.\, u_2 \text{ Pferdestärken.}$$

Ist z. B. bei einer Maschine der letzten Art $u_1 = 120$, $u_2 = 130$, so folgt $N_0 = 0{\cdot}632$ Pferdestärken.

Bei den Fräsmaschinen für Metalle erreicht die Betriebsarbeit für den Leergang wegen der geringen Umdrehungszahl des Werkzeuges in keinem Falle einen hohen Werth; derselbe bewegt sich zwischen 0·1 und 0·5 PS und ist in zu starkem Masse von der speciellen Anordnung der Maschine abhängig, als dass sich aus der kleinen Zahl von Versuchsreihen allgemein giltige Regeln hätten ableiten lassen.

Anders bei den Fräsmaschinen für Holz; hier ist wegen der grossen erforderlichen Schnittgeschwindigkeit auch die Tourenzahl der Messerwalzen sehr gross und es tritt hier unter allen, die Leergangsarbeit bestimmenden Umständen die minutliche Umdrehungszahl der sämmtlichen schnell rotirenden Achsen von der Vorgelegswelle bis zu den Messerwalzen in erste Linie, daher es hier gerechtfertigt schien, aus den sämmtlichen gewonnenen Daten eine Näherungsformel zu berechnen, welche nur den Zusammenhang zwischen N_0 und der Summe der minutlichen Tourenzahlen aller vorbezeichneten Achsen ausdrückt. Bezeichnet man diese Summe mit $\Sigma\,(u)$, so kann man durchschnittlich setzen:

$$(8) \;\ldots\ldots\ldots\; N_0 = \frac{\Sigma\,(u)}{2000} \text{ Pferdestärken.}$$

Hat z. B. eine Holzfräsmaschine 4 Messerwalzen und beträgt die Tourenzahl pro Minute

der Vorgelegswelle	200
einer Zwischenwelle	800
einer Messerwalze 2000, zusammen 4 . 2000 = . .	8000
daher die Summe aller minutlichen Tourenzahlen $\Sigma\,(u) =$. .	9000

so berechnet sich die Leergangsarbeit bei gewöhnlicher Schmierung zu:

$$N_0 = \frac{9000}{2000} = 4\cdot50 \text{ Pferdestärken.}$$

Für grosse (grobkörnige) Schleifsteine ergab sich die Leergangsarbeit:

(9) $N_0 = 0\cdot0264 \,.\, D \,.\, V$ Pferdestärken,

für kleine (feinkörnige), einschliesslich Vorgelegswelle:

(10) $N_0 = 0\cdot16 + 0\cdot056 \,.\, D \,.\, V$ Pferdestärken,

worin D den Steindurchmesser in Metern,
V die Umfangsgeschwindigkeit des Steines in Metern

bezeichnet, daher z. B für einen Stein der ersten Art bei $D = 2^m$ und $V = 15^m$ pro Secunde $N_0 = 0\cdot792$ PS, für einen solchen der zweiten Art bei $D = 1^m$, $V = 5^m$ pro Secunde $N_0 = 0\cdot38$ PS sich ergibt.

Die Leergangsarbeit der Drehbänke ist nach einer der folgenden Formeln zu berechnen, in denen u_2 die minutliche Umdrehungszahl der Spindel bezeichnet:

	Zahl der Radübersetzungen zwischen Antriebwelle und Spindel:	Leergangsarbeit in Pferdestärken bei leichter Ausführung:	Leergangsarbeit in Pferdestärken bei schwerer Ausführung:
(11)	0	$0\cdot05 + 0\cdot0005 \,.\, u_2$	$0\cdot25 + 0\cdot0041 \,.\, u_2$
(12)	2	$0\cdot05 + 0\cdot0012 \,.\, u_2$	$0\cdot25 + 0\cdot053 \,.\, u_2$
(13)	3—4	$0\cdot05 + 0\cdot05 \,.\, u_2$	$0\cdot25 + 0\cdot18 \,.\, u_2$.

Für eine Supportdrehbank ohne Rädervorgelege wird daher bei $u_2 = 150$ Umdrehungen der Spindel pro Minute die Leergangsarbeit zwischen $N_0 = 0\cdot125$ und $N_0 = 0\cdot865$ PS zu suchen sein, für eine Planscheibenbank mit 3fachem Rädervorgelege und bei $u_2 = 10$ Umdrehungen zwischen

$$N_0 = 0\cdot55 \text{ und } N_0 = 2\cdot05 \text{ PS.}$$

Mit Hilfe solcher Formeln wird es von jetzt an möglich sein, zunächst den Arbeitsverbrauch für den Leergang aller in einer Werkstatt befindlichen Arbeitsmaschinen mit Sicherheit festzustellen. Es verbleibt noch die zweite Aufgabe, denjenigen Arbeitsverbrauch zu ermitteln, welcher der von den einzelnen Maschinen erzielten Nutzleistung entspricht und mit der Leergangsarbeit zusammen den totalen Arbeitsverbrauch der Maschinen im Arbeitsgang darstellt. Hier galt es, den Zusammenhang zwischen Arbeitsverbrauch und Nutzleistung mit möglichster Annäherung festzustellen, indem man die Nutzleistung in einer der Wirkungsweise der betreffenden Maschine angemessenen Weise (z. B. als Schnittfläche, Spahngewicht, Spahnvolumen etc.) zu bemessen suchte und den Betrag der aufgewendeten mechanischen Arbeit (nach Abzug der Leergangsarbeit) für die Einheit dieser Nutzleistung herausrechnete, welchen Betrag ich kurz den specifischen Arbeitswerth nenne. Hierbei wurde der Einfachheit wegen derjenige Arbeitsverbrauch, welcher der Zunahme der im Bewegungsapparat bestehenden Pressungen durch den Materialwiderstand entspricht — die „zusätzliche Reibung“ — zur Nutzarbeit geschlagen.

So fand sich aus einer grossen Zahl von Versuchen, dass beim Abscheeren und Lochen von Eisenblech von der Dicke δ^{mm} der Arbeitsverbrauch für $1\square^{mm}$ Schnittfläche durch die Formel:

(14) $\alpha = 0\cdot25 + 0\cdot0145 \,.\, \delta$ Meterkilogramm

annähernd dargestellt werden kann, daher für eine Scheere oder Lochmaschine, welche stündlich $F\square^m$ Schnittfläche in Schmiedeeisen liefert, der dieser Nutzleistung entsprechende Arbeitsverbrauch zu:

$$(15)\ N = \frac{F \,.\, 10^6 \,.\, \alpha}{60 \,.\, 60 \,.\, 75} = 3\cdot71\, F\,(0\cdot25 + 0\cdot0145\,\delta) \text{ Pferdestärken}$$

anzusetzen ist. Erfordert also z. B. eine grosse Blechscheere für den Leergang $N_0 = 0\cdot68$ PS und liefert sie in Blech von $\delta = 10^{mm}$ Dicke stündlich $F = 3\square^m$

Schnittfläche, so ergibt sich $\alpha = 0·395^{mk}$ und $N_1 = 4·40$ PS, daher der totale Arbeitsverbrauch dieser Scheere $N = N_0 + N_1 = 0·68 + 4·40 = 5·08$ PS.

Bei den Gattersägen fand sich für lufttrockenes Fichtenholz der Arbeitsverbrauch pro 1□m Schnittfläche pro Stunde:

$$(16) \;.\;.\;.\;.\; \varepsilon = 0·046 + 0·224 \,.\, \frac{Hs}{z} \text{ Pferdestärken,}$$

in welcher Formel

H die Hubhöhe des Gatters in Metern,
s die Schnittbreite in Millimetern,
z die Zuschiebung des Blockes pro Schnitt

in Millimetern bedeutet. Hat man z. B. $H = 0·5^m$, $s = 3^{mm}$, $z = 6^{mm}$, so folgt: $\varepsilon = 0·103$ Pferdestärken.

Die totale Betriebsarbeit einer Gattersäge wird daher nach der Formel:

$$(17) \;.\;.\;.\;.\;.\;.\; N = N_0 + \varepsilon F \text{ Pferdestärken}$$

zu berechnen sein, was z. B. für ein Bundgatter mit 2 Blättern bei $N_0 = 0·85$ PS, $\varepsilon = 0·103$ und $F = 25$□m, $N = 3·43$ PS ergibt.

In ähnlicher Art konnten für Bandsägen die folgenden drei Formeln abgeleitet werden. Arbeitsverbrauch pro 1□m Schnittfläche in der Stunde bei Fichtenholz:

$$(18) \;.\;.\;.\;.\;.\; \varepsilon = 0·037 + \frac{326 \,.\, s}{10^7 \,.\, \xi} \text{ Pferdestärken,}$$

bei Eichenholz:

$$(19) \;.\;.\;.\;.\;.\; \varepsilon = 0·052 + \frac{412 \,.\, s}{10^7 \,.\, \xi} \text{ Pferdestärken,}$$

bei Rothbuchenholz:

$$(20) \;.\;.\;.\;.\;.\; \varepsilon = 0·062 + \frac{485 \,.\, s}{10^7 \,.\, \xi} \text{ Pferdestärken,}$$

in welchen Ausdrücken

s die Schnittbreite in Millimetern,
ξ die relative Zuschiebung, d. h. den Quotient

aus Geschwindigkeit der Zuschiebung und Geschwindigkeit der Säge bedeutet. Wenn also z. B. $s = 2^{mm}$, $\xi = \frac{1}{300}$ ist, so folgt der Arbeitsverbrauch pro 1□m Schnittfläche in der Stunde,

bei Fichtenholz:	Eichenholz:	Rothbuchenholz:
0·057	0·077	0·091 PS.

Die totale Betriebsarbeit einer Bandsäge wird sich daher, wenn F die in der Stunde erzielte Schnittfläche bedeutet, ebenfalls nach der Formel (17):

$$N = N_0 + \varepsilon \,.\, F \text{ Pferdestärken}$$

berechnen lassen, die für $N_0 = 0·186$ PS (für eine Bandsäge von $6·71^m$ Schnittgeschwindigkeit pro Stunde) bei $F = 5$□m stündlicher Schnittfläche ergeben würde bei Verarbeitung von:

Fichtenholz:	Eichenholz:	Rothbuchenholz:
$N = 0·471$	0·571	0·641 PS,

Bei den Kreissägen für Holz wurde festgestellt, dass im Durchschnitt auf eine Pferdestärke Nutzarbeit und pro Stunde zu rechnen ist ein Quantum zerspahnten Holzes von:

$v = 0·014^{kbm}$ bei harten Hölzern (Esche, Eiche etc.),
$v = 0·028$ „ bei weichen Hölzern (Fichte, Erle etc.),

daher für eine Kreissäge, die einen Schnitt von s^{mm} Breite herstellt und stündlich F□m Schnittfläche erzeugt, die Nutzarbeit zu berechnen ist aus:

$$(21) \ldots\ldots \quad N_1 = \frac{s \cdot F}{1000\, v} \text{ Pferdestärken.}$$

Wenn daher eine Kreissäge von $D = 610^{mm}$ Blattdurchmesser bei $U = 480$ minutlichen Umdrehungen, bei $s = 4^{mm}$ Schnittbreite $F = 15\square^{m}$ Schnittfläche pro Stunde erzeugt, so beträgt nach der früher mitgetheilten Formel der Arbeitsverbrauch für den Leergang $N_0 = 0{\cdot}366$ PS und jener für den Arbeitsgang:

bei harten Hölzern $N_1 = 4{\cdot}286$ PS
bei weichen Hölzern $N_1 = 2{\cdot}143$ „

somit der totale Arbeitsverbrauch beziehentlich $N = 4{\cdot}652$ und $2{\cdot}509$ Pferdestärken.

An einer Kreissäge für heisses Eisen, welche mit 40^{m} Umfangsgeschwindigkeit pro Stunde arbeitete und eine Schnittfuge von $3{\cdot}50^{mm}$ Breite herstellte, ergab sich die pro $1\square^{m}$ stündliche Schnittfläche erforderliche Nutzarbeit zu:

$\varepsilon = 7{\cdot}56$ PS für rothwarmes Eisen,
$\varepsilon = 10{\cdot}9$ „ „ rothwarmen Stahl,

daher bei einer beobachteten faktischen Schnittfläche von $F\square^{m}$ pro Stunde wiederum die Formel (17):

$$N = N_0 + \varepsilon \cdot F \text{ Pferdestärken}$$

zur Berechnung des totalen Arbeitsverbrauches sich darbietet.

Bei allen denjenigen Werkzeugmaschinen, welche an der Oberfläche eines Arbeitsstückes Schichten von wechselnder Dicke zu zerspahnen und hierdurch dieser Oberfläche eine regelmässige Gestalt zu ertheilen haben, Hobelmaschinen, Fräsmaschinen etc., ist es angezeigt, die aufgewendete Nutzarbeit nicht auf die fertig gearbeitete Fläche, sondern auf das Gewicht der abgelösten Spähne zu beziehen. Bei Materialien, welche bröckliche Spähne liefern (Gusseisen) ist ein grosser Spahnquerschnitt entschieden vortheilhaft, indem er den specifischen Arbeitswerth vermindert, bei dehnbaren Materialien, deren Spähne sich aufwickeln (Schmiedeisen, Holz), scheint das Umgekehrte der Fall zu sein. So ergab sich aus 48 Versuchen an Hobelmaschinen, dass der Arbeitsverbrauch pro 1^{k} stündlich zerspahntes Gusseisen bei einem mittleren Spahnquerschnitt von $f\square^{mm}$ zu:

$$(22) \ldots\ldots \quad \varepsilon = 0{\cdot}034 + \frac{0{\cdot}13}{f} \text{ Pferdestärken}$$

anzusetzen ist, wonach bei

$f =$	1	10	$20\square^{mm}$
$\varepsilon =$	0·164	0·047	0·041 PS

sich berechnet. Kennt man also den mittleren Spahnquerschnitt f und hat man hieraus den specifischen Arbeitswerth ε berechnet, so wird man für Hobelmaschinen aller Art aus der Leergangsarbeit N_0 und aus dem leicht zu ermittelnden Gewichte G der stündlich abgehobelten Spähne (in Kilogrammen) den totalen Arbeitsverbrauch immer nach der Formel:

$$(23) \ldots\ldots \quad N = N_0 + \varepsilon \cdot G \text{ Pferdestärken}$$

zu berechnen im Stande sein.

Erfordert z. B. eine Hobelmaschine für den Leergang $N_0 = 0{\cdot}3$ PS und wird beobachtet, dass sie bei einem mittleren Spahnquerschnitt von $f = 5\square^{mm}$ stündlich $G = 4{\cdot}4^{k}$ Gusseisen zerspahnt, so ist ihr totaler Arbeitsverbrauch:

$$N = 0{\cdot}3 + \left(0{\cdot}034 + \frac{0{\cdot}13}{5}\right) 4{\cdot}4 = 0{\cdot}3 + 0{\cdot}22 = 0{\cdot}55 \text{ PS.}$$

Der specifische Arbeitswerth ε ergab sich beim Abhobeln im Durchschnitt für

Bronze $\varepsilon = 0{\cdot}028$ PS
Schmiedeeisen $\varepsilon = 0{\cdot}114$ „
Stahl $\varepsilon = 0{\cdot}246$ „

ohne dass jedoch für diese Materialien ein gesetzmässiger Zusammenhang zwischen ε und f zu finden gewesen wäre. Dagegen ergab sich beim Hobeln des Holzes (für eine durchschnittliche Spahnbreite von 83^{mm}) der Arbeitsverbrauch pro 1^{cbm} stündlich zerspahntes Material:

(24) $\varepsilon = 64 + 78\,\delta$ für weiches Holz,

(25) $\varepsilon = 80 + 96\,\delta$ für hartes Holz,

also eine Zunahme des specifischen Arbeitswerthes mit wachsender Spahndicke δ^{mm}.

Auffallend und wohl zumeist aus der zusätzlichen Reibung zu erklären, ist es, dass der Werth dieses Coëfficienten ε für das Abdrehen sich bei allen Materialien wesentlich niedriger ergab, als beim Abhobeln, so bei

Gusseisen $\varepsilon = 0{\cdot}069$ PS
Schmiedeeisen $\varepsilon = 0{\cdot}072$ „
Stahl $\varepsilon = 0{\cdot}104$ „
} pro 1^{k} in der Stunde.

Diese Erscheinung mag auch theilweise dem Umstande zuzuschreiben sein, dass beim Abdrehen wegen der convexen Gestalt der erzeugten Oberfläche ein leichteres Abfliessen der Spähne eintritt, als beim Abhobeln, wie denn auch Arbeitsstücke von kleinem Durchmesser sich verhältnissmässig leichter abdrehen lassen, als solche von grossem Durchmesser.

Ein entgegengesetztes Verhältniss tritt bei den Bohrmaschinen auf, wo das Abfliessen der Spähne durch die Bohrlochwandungen erheblich erschwert, ja bei sperriger Beschaffenheit der Bohrspähne ein ganz erheblicher Arbeitsverlust durch Reibung derselben an den Wandungen erzeugt wird. Dieser Arbeitsverlust ist beim Bohren kleiner Löcher besonders auffallend und zwar in solchem Masse, dass hier der Einfluss der Spahndicke ganz zurücktritt und der Formel für den specifischen Arbeitswerth ε, wenn sie einigermassen genau die Versuchsresultate zusammenfassen soll, die Gestalt:

(26) $\varepsilon = \alpha + \frac{\beta}{d}$

gegeben werden muss, darin d den Lochdurchmesser in Millimetern bedeutet, α und β Coëfficienten sind, die von der Natur des Materiales abhängen.

So kann man bis auf Weiteres mit Zuverlässigkeit annehmen, dass der Arbeitsverbrauch pro 1^{cbcm} stündlich abgebohrtes Metallvolumen beim Bohren aus dem Vollen für Löcher von $10-50^{mm}$ Durchmesser und bis 50^{mm} Tiefe beträgt für Gusseisen, trocken gebohrt, Spitzbohrer:

(27) $\varepsilon = 0{\cdot}001 + \frac{0{\cdot}001}{d}$ Pferdestärken,

für Schmiedeisen, mit Oel gebohrt, Spitzbohrer:

(28) $\varepsilon = 0{\cdot}001 + \frac{0{\cdot}040}{d}$ Pferdestärken;

ferner pro 1^{cbm} stündlich abgebohrtes Holz beim Bohren von $10-100^{mm}$ weiten, bis 150^{mm} tiefen Löchern mittelst des Centrumbohrers aus dem Vollen für Fichtenholz:

(29) $\varepsilon = 7{\cdot}6 + \frac{1000}{d}$ Pferdestärken,

für Erlenholz:

(30) $\varepsilon = 28{\cdot}8 + \frac{2170}{d}$ Pferdestärken,

für Weissbuchenholz:

(31) $\varepsilon = 210 + \frac{2280}{d}$ Pferdestärken.

Wenn also z. B. eine Holzbohrmaschine, deren Leergang 0·22 PS erfordert, in Weissbuchenholz Löcher von $d = 50^{mm}$ Weite bohrt und dabei stündlich ein Holzvolumen $V = 0{\cdot}02^{cbm}$ zerspahnt, so ist der specifische Arbeitswerth:

$$\varepsilon = 210 + \frac{2280}{50} = 255{\cdot}6 \text{ PS und}$$

der totale Arbeitsverbrauch:

$$N = N_0 + \varepsilon\, V = 0{\cdot}22 + 255{\cdot}6 \,.\, 0{\cdot}02 = 5{\cdot}33 \text{ PS}.$$

Das vorstehende Beispiel habe ich mit Absicht gewählt, um die Bemerkung daran zu knüpfen, dass man bei den bisherigen Schätzungen sich, wie es scheint, einigermassen durch den äusseren Umfang der Maschinen irreleiten liess, also z. B. eine Holzbohrmaschine der vorstehenden Art mit $^1/_2$ PS ansetzte und dagegen eine grosse Metallhobelmaschine, die nicht leicht über eine Pferdestärke verzehrt, weil sie gewaltig gross erscheint, mit 5 Pferdestärken.

Die auf die Fräsmaschinen für Metalle bezüglichen Resultate sind zu trennen in solche für Bearbeitung ebener Flächen und die für das Schneiden der Radzähne erhaltenen; für jene ist wieder zu unterscheiden:

a) Abfräsung der Gussrinde (Sandguss); spec. Arbeitswerth $\varepsilon = 0{\cdot}239$ PS pro 1^k stündliches Spahngewicht;

b) Abfräsung weichen Gusseisens, durchschnittlich $\varepsilon = 0{\cdot}113$ PS bei $0.37\,\square^{mm}$ mittlerem Spahnquerschnitt;

c) für das Ausfräsen von Zahnlücken an gusseisernen Rädern ist als Mittelwerth zu brauchen:

$$\varepsilon = 0{\cdot}26 \text{ PS bei } f = 0{\cdot}025 = \frac{1}{40}\,\square^{mm} \text{ Spahnquerschnitt.}$$

Auf den Holzfräsmaschinen ist vorzugsweise mit Fichtenholz experimentirt worden, für welches unter Voraussetzung richtig construirter Messerwalzen die Formel sich ergab:

$$(32)\;.\quad \varepsilon = 2 + \frac{20}{h} \text{ PS pro } 1^{cbm} \text{ stündlich zerspahntes Holz,}$$

worin h die Höhe der abgefrästen Schicht in Millimetern bedeutet. Daher z. B. für

$h = 1 \quad 5 \quad 10^{mm}$ Schichthöhe,
$\varepsilon = 22 \quad 6 \quad 4$ PS pro 1^{cbm} stündliche Zerspahnung.

Für Rothbuchenholz fand sich bei Messerwalzen:

$$(33)\;.\;.\;.\quad \varepsilon = 3{\cdot}14 + \frac{6.48}{h} \text{ PS pro } 1^{cbm} \text{ in der Stunde,}$$

also für

$h = 1 \quad 5 \quad 10^{mm}$ Schichthöhe
$\varepsilon = 9.62 \quad 4.44 \quad 3.79$ Pferdestärken,

dagegen bei Anwendung von Messerscheiben mit eingesetzten Schrotstählen:

$$(34)\;.\;.\;.\;.\;.\;.\quad \varepsilon = 3{\cdot}16 + 0{\cdot}5\,.\,f \text{ Pferdestärken,}$$

wenn f wie früher den mittleren Querschnitt der abgelösten Spähne bedeutet.

Bei Herstellung von Zapfen und Schlitzen hat man zu unterscheiden: Messerwalzen mit Vorschneidern

$\varepsilon = 5$ PS pro 1^{cbm} stündlich zerspahntes Fichtenholz,

Messerwalzen ohne Vorschneider (für schmale Schlitze)

$\varepsilon = 31$ PS pro 1^{cbm} stündlich zerspahntes Fichtenholz.

Für stumpfschneidige (schabend wirkende) Fräsköpfe ist bei Erlenholz anzusetzen:

$\varepsilon = 66.7$ PS pro 1^{cbm} stündlich zerspahntes Holz.

Bei Untersuchung der Schleifsteine auf ihren Arbeitsverbrauch wurde eine Messung des abgeschliffenen Materialquantums wegen verschiedener äusserlicher Behinderungen nicht vorgenommen, wohl aber durch eine Anzahl von Versuchen die Reibungscoëfficienten verschiedener Materialien auf grobkörnigen und feinkörnigen Schleifsteinen ermittelt; derselbe hat folgende Werthe:

	Grobkörnige Schleifsteine mit grosser Umfangsgeschw.:	Feinkörnige Schleifsteine mit geringer Umfangsgeschw.:
Gusseisen	0·22	0·72
Stahl	0·29	0·94
Schmiedeeisen	0·44	1·00.

Hierbei ist eine stete Benetzung des Steines mit Wasser vorausgesetzt. Bezeichnet man nun mit P den Druck des Arbeitsstückes gegen den Stein in Kilogr., mit V die Umfangsgeschwindigkeit des Steines in Metern pro Secunde, so ergibt die Formel:

$$(35) \quad \ldots\ldots \quad N_1 = \frac{P \,.\, V}{75} \text{ Pferdestärken}$$

für jeden einzelnen Fall leicht den Betrag der Schleifarbeit, zu welchem die entsprechende Leergangsarbeit N_0 noch zuzuschlagen ist.

Unter den bei der Untersuchung berücksichtigten Specialwerkzeugmaschinen können die folgenden ein allgemeines Interesse beanspruchen.

Maschinen zum Schneiden schmiedeeiserner Schrauben und Muttern bei einmaligem Durchgang (Seller's Schraubenschneidmaschinen); hier lassen sich die für verschiedene Schraubendurchmesser ermittelten Werthe der Nutzarbeit sehr gut durch eine Formel von der Gestalt:

$$(36) \quad \ldots\ldots \quad N_0 = \alpha \,.\, L \,.\, d^3 \text{ Pferdestärken}$$

zusammenfassen, worin

L die stündlich geschnittene Schrauben- oder Mutterlänge in Metern,
d den (äusseren) Gewindedurchmesser in Millimetern,
α einen Coëfficienten bedeutet.

Letzterer ergab sich bei Schmiedeeisen für

$$\text{Schraubenspindeln } \alpha = \frac{15{\cdot}5}{10^6}, \text{ für}$$

$$\text{Schraubenmuttern } \alpha = \frac{7{\cdot}3}{10^6}.$$

Wird also z. B. beobachtet, dass eine Schraubenschneidmaschine, deren Leergangsarbeit $N_0 = 0{\cdot}20$ PS beträgt, stündlich Schraubenspindeln von $L = 2^{m}$ Gesammtlänge und $d = 32^{mm}$ Durchmesser schneidet, so würde der totale Arbeitsverbrauch dieser Maschine sich zu:

$$N = 0{\cdot}20 + \frac{15{\cdot}5 \,.\, 2 \,.\, 32^3}{10^6} = 0{\cdot}20 + 1{\cdot}14 = 1{\cdot}34 \text{ PS}$$

ergeben.

Für grosse Blechbiegmaschinen ergab sich das Arbeitsquantum, welches erforderlich ist, um eine Blechtafel oder einen Eisenstab von der Dicke h^{mm} und dem Volumen V^{cbmm} aus der ebenen Form in die Gestalt eines Ringes vom Krümmungshalbmesser ϱ^{mm} zu versetzen, zu:

$$(37) \quad \ldots\ldots \quad A = \alpha \,.\, \frac{h}{\varrho} \,.\, V \text{ Meterkilogramm,}$$

worin der Coëfficient α den Werth

$$\alpha = 0{\cdot}10 \text{ für rothwarmes Schmiedeeisen}$$

annimmt.

Werden daher auf einer solchen Maschine stündlich n Tafeln oder Stäbe von gleicher Art fertig gebogen, so wird die totale Betriebsarbeit zu:

$$(38) \quad \ldots\ldots \quad N = N_0 + \frac{n\,A}{270000} \text{ Pferdestärken,}$$

anzusetzen sein.

Bezüglich der übrigen Special-Werkzeugmaschinen sei auf das auf pag. 687 angegebene Werk verwiesen; ferner auf „die Werkzeugmaschinen für den Ma-

schinenbau zur Metall- und Holzbearbeitung" von J. Hart, Professor des Maschinenbaues in Carlsruhe, II. Aufl. München, Bassermann, 1879 und Armengaud Machines outil. *E. Hartig.*

Werkzink, s. b. Zink.

Werkzinn, s. b. Zinn.

Wermuth (*absinthe — worm wood*), Alsei, Elsen, Kampherkraut, Wiegenkraut, bitterer Beifuss, Wurmtod. Unter dem Namen Wermuth sind zwei verschiedene Pflanzen gebräuchlich. Die allgemeinere Anwendung findet der sog. gemeine Wermuth, d. i. *Artemisia Absinthium L.*, eine perennirende Pflanze aus der Familie der Compositen, welche sich in ganz Mitteleuropa und im nördlichen Europa verwildert an Wegen, an alten Mauern und Schutthaufen findet, aber auch nicht selten cultivirt wird.

Die Pflanze hat einen 0·6 bis 1·2^{m} hohen aufrechten, ästigen, unten holzigen, runden und glatten, oben krautigen, zart behaarten, gestreiften Stengel und ähnlich beschaffene Zweige mit gestielten, abwechselnd gestellten, an der Unterseite mit zarten, anliegenden Härchen bedeckten, weissgrauen, seidenartig glänzenden Blättern, von denen die Wurzelblätter dreifach fiedertheilig, die Stengelblätter doppelt oder einfach zerschnitten mit ungleichen, länglich stumpfen Lappen, die obersten oft völlig ganz sind. Die Blüthen bilden Rispen von 1—6^{cm} langen, aufrechten, beblätterten Trauben, mit kurz gestielten, überhängenden, fast kugeligen, gelben Blumenköpfchen, mit weissgrauen, filzigen Hüllschüppchen und behaartem Fruchtboden.

Das blühende Kraut wird sowohl frisch als getrocknet verwendet. Es hat einen kräftigen, etwas widerlich aromatischen Geruch und einen nachhaltigen brennend aromatischen, intensiv bitteren Geschmack.

Die zweite Wermuth-Pflanze ist *Artemisia pontica L.*, d. i. der römische Wermuth oder röm. Beifuss, auch pontischer Beifuss, eine im südlichen Europa und dem mittleren Asien an sonnigen und trockenen Orten, namentlich im Gebirge einheimische Composite, die in Mitteleuropa in Gärten cultivirt wird.

Diese gleichfalls perennirende Pflanze treibt von der weit umherkriechenden Wurzel mehrere 60—90^{cm} hohe, aufrechte, schlanke, unten fast holzige, glatte, oben weisslich behaarte blätterreiche Stengel mit aufrechten Zweigen und unten doppelt, oben einfach gefiederten, z. Th. auch ungetheilten, weisslichgrau behaarten Blättern. Die Blüthe ist eine Rispe, ähnlich jener beim gem. Wermuth, die gelben Blümchen, mit weisslichem Kelche sind mehr überhängend als bei jenem und haben einen nackten Fruchtboden.

Auch von dieser Artemisia-Art wird das blühende Kraut, das sich durch seinen stark unangenehmen aromatischen Geruch und seinen stark aromatisch bitteren Geschmack auszeichnet, sowohl im frischen, als auch im getrockneten Zustande verwendet.

Von wirksamen Bestandtheilen enthalten beide Wermutharten, zumal aber der gemeine Wermuth einen eigenthümlichen Bitterstoff, das Absinthiin und ein specifisches ätherisches Oel, Wermuthöl, ferner Extractivstoffe, Gummi, Zucker und Mineralsalze.

Das Absinthiin kann am einfachsten aus der Abkochung des gemeinen Wermuthkrautes dargestellt werden, indem man diese wiederholt mit frisch ausgeglühter Thierkohle behandelt und diese, welche den Bitterstoff aufnimmt, nach dem Trocknen mit kochendem Alkohol erschöpft. Wird die alkohol. Lösung verdunstet und der Rückstand mit Wasser versetzt, die Lösung mit Bleiessig gefüllt und das vom Bleiniederschlage abfiltrirte Fluidum mit Schwefelwasserstoff vom Blei befreit, so hinterlässt es nach dem Verdunsten unreines Absinthiin, das man behufs weiterer Reinigung in Alkohol löst, mit Gerbsäure fällt, den Niederschlag endlich mit Bleioxyd zersetzt und aus der Masse das Absinthiin mit Alkohol extrahirt.

Aus der alkoholischen Lösung krystallisirt nun das reine Absinthiin in Gestalt mikroskopischer, gelber Kryställchen, die fast unlöslich sind in kaltem Wasser, sich aber leicht in Alkohol und Aether lösen. Er schmilzt zwischen 120—125° C. und zeigt einen intensiv bitteren, an Wermuth erinnernden Geschmack (daher Wermuthbitter). Seine Zusammensetzung entspricht der Formel $C_{20}H_{28}O_4 + {}^1/_2 H_2O$. Er ist indifferent, löst sich in Alkalien mit braunrother, in conc. Schwefelsäure mit einer anfangs bräunlichen, später grünlich-blauen Farbe (vgl. Kromayer, Jahrber. f. Chem. 1861 pag. 745).

Das ätherische Wermuthöl (Absinthöl), welches aus dem frischen blühenden Kraute durch Destillation mit Wasser oder gespanntem Dampfe dargestellt wird, gleicht fast völlig dem Chamillenöl in seinem Verhalten. Es ist grün oder gelb, vom spec. Gew. 0·92

bis 0·97, nimmt beim Altern allmälig eine bräunliche Färbung an und besteht aus einem unter 160° C. siedendem Terpen, dann einem bei 195—204° C. siedenden Antheil, das Absinthol genannt wurde und der Formel $C_{10}H_{16}O$ entspricht, sonach mit Laurineencampher isomer ist und einem bei 270—300° C. überdestillirenden Oel, das sich ganz so wie das blaue Oel aus dem Chamillenöl verhält (s. d. II pag. 305, vgl. Beilstein u. Kupffer, Ann. Chem. 170 pag. 290). Das Wermuthöl hat einen scharf aromatischen Geschmack und dient abgesehen von seiner Verwendung als Arzeneimittel, namentlich zur Bereitung eines insbesondere in Frankreich, England und Amerika beliebten Liqueurs *(Extrait de Absinthe)*, s. d. unter Wermuth bei Branntwein zubereiteter I pag. 797. Im Handel kommt ein deutsches und ein französisches Wermuthöl vor, das letztere ist das geschätztere.

Der Wermuth ist seit den ältesten Zeiten als Arzeneimittel in Verwendung u. z. ist es bei uns der gemeine Wermuth, der sowohl in Aufgüssen wie in Absuden, sowie als Tinktur, wohl auch als Pulver Verwendung findet. Früher hat man ihn auch als Insecten vertreibendes Mittel, sowie, als Kopfkissen verwendet, als schlafbringendes Mittel empfohlen. Eine häufige Verwendung findet er ferner zur Bereitung von bitteren Liqueuren und zur Herstellung des äther. Oeles, das in grösster Menge zur Fabrication des Absinthliqueurs verwendet wird. Fortgesetzter Genuss solchen Liqueurs soll nach Bouchereau und Magnan höchst nachtheilig auf das Nervensystem wirken und epileptische Anfälle herbeiführen. *Gtl.*

Wermuthbitter, Absinthiin, s. Wermuth.

Wermuthöl, s. Wermuth.

Wernerit, s. m. Skapolith, s. d. VIII pag. 290.

Werrig, Werg, s. Flachsspinnerei III pag. 558.

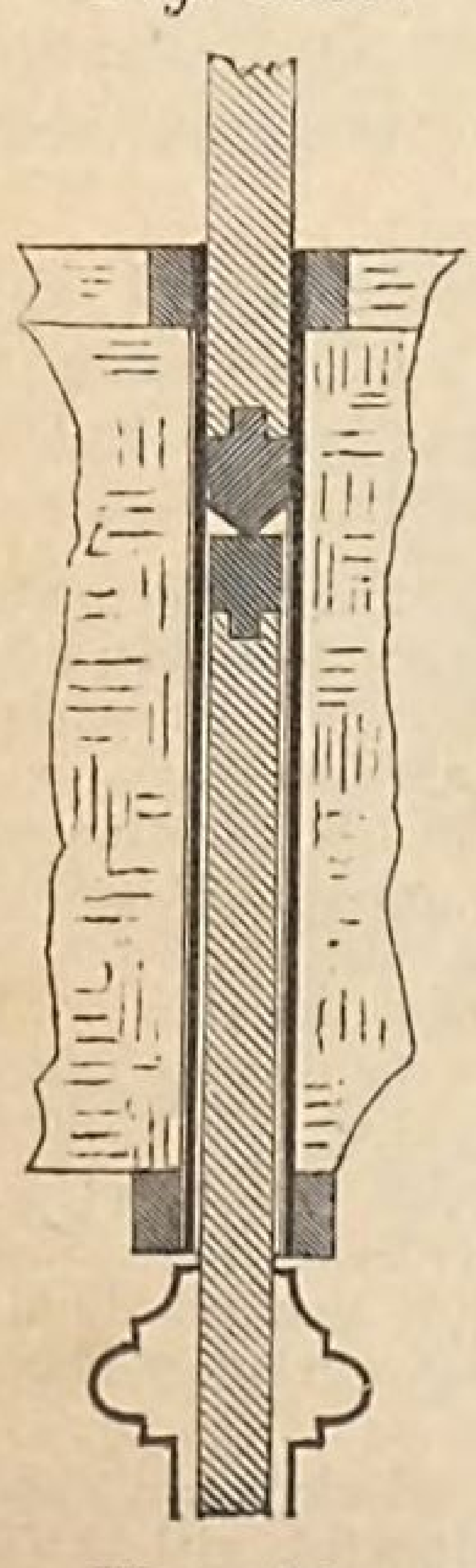
Werthigkeit, s. m. Valenz, s. a. Atomigkeit I pag. 232.

Wetterableiter, s. Blitzableiter I pag. 641.

Wetterbeständigkeit. Die Baumaterialien, welche im Freien zur Verwendung kommen, müssen der Wärme, Kälte, dem Froste und der Nässe widerstehen. Materialien, welche diese Eigenschaften besitzen, heissen wetterbeständig.

Hauptsächlich kommen die natürlichen Steine in Betracht und ist das Material neu eröffneter Steinbrüche, welches noch nicht bei Bauten erprobt wurde, sorgfältig zu prüfen.

Fig. 5580.



Wetterfahne.

Man wird zu diesem Zwecke die Steine längere Zeit der Witterung, hauptsächlich dem Froste aussetzen und untersuchen. Man kann jedoch schon dem äusseren Anscheine nach einen Schluss ziehen. Wetterbeständige Steine haben feines Korn, gleichmässige Färbung, ein verhältnissmässig grosses specifisches Gewicht, dagegen sind Steine mit Adern oder Nestern von Eisenoxyd, oder fein vertheiltem Feldspath, in der Regel nicht wetterbeständig. Auch aus der Quantität Feuchtigkeit, welche ein Stein, in's Wasser gelegt, aufsaugt, kann ein Urtheil auf die Brauchbarkeit gezogen werden. Die chemische Analyse des Steines wird beachtenswerthe Aufschlüsse geben. *Grohm.*

Wetterbrett, ein Schutzbrett gegen die Nässe, an dem oberen Hirnholz der Bretter und Ständer einer Einplankung angebracht. *Grohm.*

Wetterdach, Schutzdach gegen Regen, welches mitunter über dem Eingang eines Gebäudes angebracht wird und zumeist durch verzierte Eisenträger gestützt wird. *Grohm.*

Wetterfahne, Windfahne *(flouette — wheater-flag)*. Auf einer Spindel, welche genau lothrecht aufgestellt werden muss, ist eine drehbare Hülse (z. B. Gasrohr) aufgesetzt, an welcher sich die eigentliche Fahne befindet. Die eine Seite der Fahne bietet dem Winde eine grosse Druckfläche dar, während

die andere Seite wenig Fläche zeigen darf. Da beide Seiten gleiches Gewicht haben müssen, so wird gewöhnlich ein verschiebbarer Knopf zur Ausbalancirung angebracht. Damit die Drehung leicht vor sich gehe, empfiehlt sich die Aufhängung mit gestählter Spitze auf gestähltem Lager. In Fig. 5580 ist das Detail der Aufhängung dargestellt. *Grohm.*

Wetterfest, s. wetterbeständig.

Wetterführung, s. Bergbau I pag. 410.

Wetterglas, fälschlich auch Baroskop, d. h. soviel wie Druckmesser genannt, ist ein veraltertes Instrument zur angeblichen Vorherbestimmung des Wetters.

Dasselbe besteht aus einer beiderseits geschlossenen (zugeschmolzenen) 1cm und mehr im Durchmesser habenden und 8—10cm langen Glasröhre, welche mit einer Lösung von Kampher in Alkohol oder mit einer Lösung von verschiedenen Salzen (Glaubersalz, kohlensaures Kali, Salpeter, Salmiak u. a. m.) gefüllt ist, die so concentrirt gemacht ist, dass sie bei einer Abkühlung unter eine gewisse Mitteltemperatur (18—20° R.) eine theilweise Ausscheidung der in Lösung stehenden Substanz zeigt. Die diese Ausscheidung begleitenden verschiedenen Erscheinungen, z. B. ob dieselbe wolkig, ob dieselbe in einzelnen Flocken, oder in grösseren Massen erfolgte, sowie die Menge der ausgeschiedenen Substanz und die Beschaffenheit des Niederschlages glaubte man für die Prognose des zu erwartenden Wetters verwenden zu können, dessen verschiedene Arten auf einer den Instrumenten beigegebenen Scala oder Tabelle, in ihrem Zusammenhange mit den Erscheinungen am Baroskop ersichtlich gemacht wurden. Die Unverlässlichkeit der Anzeigen solcher Instrumente, die lediglich durch Aenderungen in der Temperatur bedingt werden, in keiner Weise aber von den Schwankungen des Luftdruckes, dem Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre und sonstigen für die Witterung wesentlichen Verhältnissen beeinflusst werden können, ist längst erkannt nnd das Instrument daher ziemlich allgemein ausser Gebrauch gekommen. *Gtl.*

Wettermaschinen, s. Bergbau I pag. 413.

Wetternase, s. Wassernase.

Wetteröfen, s. Bergbau I pag. 412.

Wetterräder, s. Bergbau I pag. 414.

Wetterschacht, s. Bergbau I pag. 387.

Wetterschenkel, s. Fenster III pag. 404.

Wettertrommel, s. Bergbau I pag 414.

Wetzstein, s. Schleifstein VII pag. 696.

Weymouthskiefer *(Pinus strobus)*. Eine aus Nordamerika nach Europa verpflanzte Kieferart, deren Holz sich leicht verarbeiten lässt, jedoch nur zu sehr leichter Böttcherarbeit und anderen geringeren Gegenständen verwendet wird. *E.*

Whalboline nennt G. H. Phelps (Am. Pat. 251.731) ein Fischbeinsurrogat, welches durch Verkitten von Bündeln vegetabilischer oder animalischer Fasern mit Chromgelatine hergestellt und durch mehrtägiges Trocknen am Lichte das Unlöslichwerden des Chromleims bewirkt werden soll. *Gtl.*

Wheelerit, Min., fossiles Harz zu Narimiento im nördlichen Theile von Neumexiko aufgefunden. Enthält nach Loew (Sill. Am. Journ. [3] 7 pag. 571) 73·11 Proc. Kohlenstoff, 7·31 Proc. Wasserstoff und 19·58 Proc. Sauerstoff. *Gtl.*

Whi-mei, s. b. Lokao V pag. 661.

Whipper, s. Baumwollspinnerei I pag. 323.

Whitamit, Min., Varietät des Epidot's (s. d. III pag. 279) von Glencoe in Schottland, die in kleinen sternförmig gruppirten Krystallen von strohgelber bis rother Farbe vorkommt. *Gtl.*

White flint waare, White stone waare, s. Thonwaarenfabrication IX pag. 419

Whitneyit, Min., s. m. Darwinit II pag. 591.

White's Gas, s. m. Wassergas X pag. 293.

Whitworth's Metall, Whitworth's Stahl, s. m. mit unter Druck gegossener Stahl, s. Eisenerzeugung III pag. 1.

Wickensamen, s. b. Vicin X pag. 128.

Wichse *(cirage — blacking)*, s. m. Stiefelwichse, s. d. VIII pag. 551, ferner s. m. Bohnwachs, s. d. I pag. 695, vgl. a. Firniss III pag. 496 und Wachs X pag. 143.

Von besonderen Vorschriften für die Herstellung von Wichsen seien hier noch folgende angeführt u. z. von Stiefel- und Lederwichsen: Glycerin-Wichse nach Artus: 3—4 K. Kienruss und ½ K. Beinschwarz werden mit 1 K. Glycerin und 5 K. Syrup (Melasse) angerührt. Andererseits werden 100 Grm. Guttapercha zerschnitten, in einer eisernen Pfanne gelinde bis zum beginnenden Schmelzen erwärmt und 400 Grm. Baumöl und endlich 40 Grm. Stearin unter fortwährendem Erhitzen zugesetzt, bis die Masse homogen, bez. Alles gelöst ist. Diese setzt man sodann noch warm der obigen Mischung unter tüchtigem Umrühren zu, fügt endlich noch 200 Grm. Senegal-Gummi in 1½ K. Wasser gelöst und event. einige Tropfen von Rosmarin- oder Lavendelöl zu, mengt innig und bewahrt die Mischung in geschlossenen Gefässen. Für den Gebrauch vermischt man 1 Thl. dieser Masse mit 3 bis 4 Thl. Wasser.

Nach Hamilton erhält man eine gute Stiefelwichse durch Vermischen von 4 Thl. Beinschwarz, 4 Thl. Naphtalin und 3 Thl. Syrup (Melasse) in gelinder Wärme.

Französische Lederwichse. ⅔ K. Kienruss, ¼ K. geschmolz. Talg, ½ L. lichten Thran, 2 frische Kuhgallen werden mit der erforderlichen Menge einer entsprechend starken Blauholzbrühe zu einem gleichmässigen Brei innig vermischt und dieser vor der Verwendung mehrere Tage der Ruhe überlassen.

Wichse von Demme (D. R. P. Nr. 14589). Weisses Palmwachs wird in Benzin gelöst und mit der erforderlichen Menge von Kienruss und einer Lösung von Anilinschwarz in Schwefelkohlenstoff angerührt.

Flüssige Wichse von Scholz (D. R. P. Nr. 14956). 500 Grm. Asphalt werden in 500 Grm. Petroleum in der Wärme gelöst und die Lösung mit 60 Grm. Leinölfirniss, 140 Grm. Fischthran und 130 Grm. Spiritus vermischt.

Wasserdichte Wichsen stellt Glafey in Nürnberg (D. R. P. Nr. 16114) durch Fällung einer Lösung von Carnaubawachs in Aetzammoniak mit Alaun-, Zinksalz-, Eisenvitriol- oder anderen Metallsalzlösungen und Vermischen der erhaltenen Niederschläge mit Farbkörpern her.

Heim in Kaufering (D. R. P. Nr. 18119) bereitet eine Wichse aus 100 Thl. Bienenwachs, 300 Thl. Terpentinöl, 40 Thl. Copallack, 35 Thl. Borax und 25 Thl. Kienruss. Nach einem späteren Patent (Nr. 19279) werden 90 Thl. Bienenwachs oder Ceresin, 30 Thl. Spermacet, 350 Thl. Terpentinöl und 20 Thl. Asphaltlack geschmolzen und die Schmelze mit 10 Thl. Borax, 20 Thl. Kienruss, 10 Thl. Berlinerblau und 5 Thl. Nitrobenzol innig vermengt. Zum Gebrauche wird die Wichse in kleiner Menge mit einem Lappen aufgerieben und sodann gebürstet.

Colburn's Wichse (Am. Pat. 325320) besteht aus 1 Thl. Klauenfett, 4 Thl. Alkohol, 15 Thl. Schellak mit der erforderlichen Menge von Kienruss gefärbt.

Für Fussbodenwichse empfiehlt Mareck 60 Grm. Leim in Wasser aufgequollen in einer aus 0·5 K. Aetzkalk bereiteten rahmdicken Kalkmilch unter Kochen zu lösen und dieser Lösung unter stetigem Kochen so viel Leinöl zuzusetzen, als durch Verseifung gebunden werden kann. Diese dicke Grundfarbe wird durch Zusatz von Ocker gefärbt und mit etwa ¼ des Volumens von einer durch Kochen von Schellak mit Borax und Wasser bereiteten wässrigen Schellaklösung verdünnt.

Nach Oehler in Meerane erhält man ein Fussbodenglanzwachs durch Schmelzen von 1 K. Paraffin und 25 Grm. gelbem Palmöl und Vermischen dieser Schmelze mit 5 Grm. Nitrobenzol. *Gtl.*

Wichsen, s. Bohnen I pag. 695 und Wachspolitur X pag. 155.

Wichtisit, s. m. Wichtyn.

Wichtyn, Wichtisit, Min., derb, von muschligem Bruche, schwarz, wenig glänzend, spec. Gew. = 3·03, Härte des Glases. Ist ein kalk- und magnesiahältiges Thonerde-Eisenoxyd-Oxydul-Natron-Silicat mit 56·3 Proc. Kieselsäure, 4 Proc. Eisenoxyd, 13 Proc. Eisenoxydul, 13·3 Proc. Thonerde, 6 Proc. Kalk, 3 Proc. Magnesia und 3·5 Proc. Natron. Vork. Wichtis in Finnland. Vielleicht mit Glaukophan identisch, s. d. IV pag. 92. *Gtl.*

Wickel und **Wickelmaschine**, s. Aufbreitmaschine I pag. 235, s. Baumwollspinnerei I pag. 322, bezüglich der Knäuelwickelmaschinen vgl. den Artikel Zwirnen.

Wickelwalze (*lap roller*).

Widder hydraulischer, Stossheber, s. b. Pumpen VII pag. 187.

Widerlager, s. Gewölbe III pag. 783.

Widerlagsstärke, s. Gewölbe III pag. 788.

Widerstand elektrischer, s. b. Elektricität III pag. 190.

Widerstandsmoment, s. Elasticität III pag. 150.

Widholmgebläse, s. Gebläse III pag. 725.

Widmannstätten'sche Figuren, s. Eisen II pag. 754.

Widmannstätten'sches Blau, s. m. Kobaltblau, s. Kobalt V pag. 23.

Wiedel, Wiel, Fitze, Gebinde. Eine unterbundene Unterabtheilung eines Garnsträhns aus einer bestimmten Fadenzahl bestehend. Vergl. Baumwollspinnerei I pag. 361 und Haspel IV pag. 257. *E.*

Wiederkehr (*recoupement double — double bending*), der Abschluss eines Gesimses durch doppelte Verkröpfung desselben. *Grohm.*

Wiel, s. Wiedel.

Wiener Aetzpasta, s. m. Aetzkali, s. b. Kalium IV pag. 585.

Wienerbraun, brauner Farbstoff aus den Nebenproducten des Fuchsins, s. Theerfarbstoffe IX pag. 141.

Wienergrün, s. m. Mitisgrün, s. b. Kupfer V pag. 204.

Wienerkalk, s. m. Aetzkalk, durch Brennen der zarten Kalkmergel aus der Formation nächst Wien dargestellt.

Wienerlack, s. m. Florentiner Lack, s. Carmin II pag. 257.

Wiener Weiss, s. b. Kreide V pag. 127.

Wiesenbau, Wiesenbewässerung (*irrigation des prairies — irrigation of meadows*). Wiesen nennt man jene nicht unter dem Pfluge befindlichen Grundstücke, welche durch ihre, aus verschiedenen Gräsern und Kräutern bestehende, geschlossene Grasnarbe fortdauernd zur Production von mähbarem Gras, bezw. Heu und Grummet benützt werden.

Infolge der überaus verschiedenartigen Zusammensetzung der Grasnarbe unterliegen die Wiesen weniger der Ungunst der Witterung und den Angriffen thierischer oder pflanzlicher Feinde, ihr Ertrag ist daher viel sicherer und billiger als beim künstlichen Futterbau auf dem Ackerlande; das auf guten Wiesen producirte Futter ist das denkbar beste und gesündeste und wie kein anderes geeignet, nicht blos als Hauptfutter, sondern eventuell sogar als alleiniges Futter für die landwirthschaftlichen Hausthiere zu dienen; da ferner die Wiesen gewöhnlich nicht gedüngt werden, kommt der durch die Verfütterung des Heues gewonnene Dünger dem Ackerlande zu Gute.

Diese hohe und vielseitige Bedeutung der Wiesen hat Schwerz recht treffend charakterisirt, indem er sagt: „Gute Wiesen sind die Hilfe des Ackerbaues, der Reichthum des Betreibers, das Kleinod jedes ländlichen Besitzthums. Schlechte Wiesen aber sind des Besitzthums wie des Besitzers Schande, der Viehzucht Nachtheil und selbst mittelmässige des Ackerbaues Last.“ Diese Worte verdienen heutzutage bei den niedrigen Getreidepreisen und dem relativ höheren Werthe der thierischen Producte um so grössere Beachtung.

Nichtsdestoweniger finden wir noch in vielen Gegenden die Wiesen in einem sehr vernachlässigten Zustande, obwohl es bei dem gegenwärtigen Stande der Technik leicht möglich ist, schlechte Wiesen in gute umzuwandeln und ihre Leistungsfähigkeit um das Doppelte und Mehrfache zu erhöhen.

Wie gesichert auch immer der Ertrag der Wiesen gegenüber dem Ackerlande erscheinen mag, so kann derselbe doch kein dauernd befriedigender bleiben ohne die entsprechende Pflege und Arbeit, denn selbst die besten Wiesen erfordern beständig die Umsicht und Thätigkeit des Besitzers. Durch Beseitigung von allem, was der Entwicklung der Wiesenpflanzen nachtheilig oder schädlich ist, durch ein kräftiges Uebereggen der Wiesennarbe im Herbste und im Frühjahre, durch frische Besamung älterer Wiesen, durch Ueberfahren mit Compost, Schlamm, Mergel, Sand, Kalk während des Herbstes und Winters, durch Düngung mit Phosphaten und Kalisalzen kann oft leicht die Ertragsfähigkeit der Wiesen für längere

Zeit bedeutend erhöht werden; am sichersten und nachhaltigsten aber wird dies erreicht, wenn mit der einen oder anderen der hier angedeuteten, durch den speciellen Fall bedingten Massnahmen eine systematische Regulirung der Bodenfeuchtigkeit durch Ent- und Bewässerung Hand in Hand geht.

Wie der Acker, so stellt auch die Wiese ihre vollkommen berechtigten Ansprüche auf die unterstützende Thätigkeit des Menschen, wenn ihre Erträge gleich befriedigend ausfallen sollen, und wie es eben der Natur der Wiesenpflanzen entspricht, in der Art muss ihnen diese Unterstützung auch zutheil werden.

Die Frage des Ersatzes für die dem Boden durch die Ernten entzogenen Nährstoffe darf wie beim Ackerbau auch bei der Nutzung der Wiesen niemals unberücksichtigt bleiben

Nach ihrer Lage unterscheidet man Fluss-, Thal-, Aue-, Marsch-, Niederungs-, Berg-, Wald- und Moorwiesen.

Nach ihren Eigenschaften und Nutzungsarten unterscheidet man trockene, feuchte und nasse, natürliche und künstlich angelegte, nach ihrem Ertrage gute oder dreischürige, mittlere oder zweischürige und geringe oder einschürige Wiesen.

Jede Wiese soll pro *ha* mindestens 20 M.-Ctr. Heu liefern. Im anderen Falle, und wenn eine Steigerung des Ertrages durch Ent- und Bewässerung u. dgl. nicht möglich ist, erscheint eine entsprechende Culturumwandlung der Wiese in Acker, Weide oder Wald angezeigt.

Ihren natürlichen Platz haben die Wiesen auf frischem, selbst feuchtem Boden, namentlich an den Ufern von Bächen und Flüssen, in Gebirgsthälern und überall dort, wo die Möglichkeit einer genügenden Bewässerung gegeben ist.

Der Werth der Wiesen ist vornehmlich durch die Menge und Güte des auf denselben gewonnenen Futters bedingt. Die Güte und Menge des Futters hängen hauptsächlich von der Zusammensetzung der Grasnarbe, von Klima und Lage der Wiese, von der Beschaffenheit des Bodens in Krume und Untergrund und von der Wässerbarkeit, bezw. der Güte des Bewässerungswassers ab.

Die Güte und Ertragsfähigkeit einer Wiese lässt sich gewöhnlich am einfachsten und sichersten nach der Zusammensetzung der Grasnarbe beurtheilen. In einer guten Grasnarbe sollen die eigentlichen oder Süssgräser (Gramineen) neben nahrhaften Kräutern, namentlich Kleepflanzen in einer richtigen Mischung von Boden- und Obergras, bezw. Boden- und Oberkräutern gegenüber anderen Pflanzenfamilien, besonders den Sauergräsern (Cyperaceen) vorherrschen.

Von den wichtigsten auf guten, sog. süssen Wiesen zumeist vorherrschenden Wiesengräsern seien erwähnt:

1. Obergräser, welche durch die aufrechten hohen Halme gekennzeichnet sind: Der Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis L.*), das Knaulgras (*Dactylis glomerata L.*), die Schwingel- oder Festucaarten (*Festuca pratensis Huds.* und *F. arundinacea Schb.*), das italienische und französische Raygras (*Lolium italicum A. B.* und *Arrhenatherum elatius Beauv.*), das Timothee- oder Lieschgras (*Phleum pratense L.*), die Hafergräser (*Avena flavescens L.* und *A. pubescens L.*), die weiche Trespe (*Bromus mollis L.*), das Honiggras (*Holcus lanatus L*), das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea L.*) u. m. a.

2. Bodengräser, welche vom Wurzelstocke aus zahlreiche Blätterbüschel treiben mit niedrigem oder kriechendem Stengel: die Poaarten (*Poa pratensis L.* und *P. trivialis L.*), das Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum L.*), das englische Raygras (*Lolium perenne L.*), das Strauss- oder Fioringras (*Agrostis stolonifera L.*), das Zittergras (*Briza media L.*) u. s. w.

Dazu kommen für gute Wiesen noch verschiedene Kleearten und einige andere Kräuter.

Auf schlechten Wiesen, besonders auf versumpften, sog. saueren Wiesen herrschen vor: die Cyperaceen (Wollgräser, Binsen, Seggen oder Riedgräser), die Juncaceen (Simsen) ferner Calmus, Schachtelhalm, Moose, Sumpfdotterblume, Wasserminze u. dgl.

Bei der Anlage von Kunstwiesen, oder wenn die vorhandene Grasnarbe in Güte und Menge den Anforderungen des Wiesenbauers nicht mehr entspricht, ist häufig eine künstliche Berasung durch Neuansaat geboten, wozu die erwähnten Süssgräser und Kräuter in einer der Bodenbeschaffenheit, dem Klima und der Lage entsprechenden Mischung zu verwenden sind.

Eine genaue Kenntniss des wirthschaftlichen Werthes der Wiesenpflanzen und ihrer Existenzbedingungen ist für den Landwirth und Techniker unbedingt nöthig, weil sich darnach leicht jene Massnahmen bestimmen lassen, welche für die Verbesserung der Wiese zweckmässig erscheinen.

Die meisten Wiesenpflanzen verlangen und vertragen im allgemeinen einen grösseren Feuchtigkeitsgehalt des Bodens als die auf dem Ackerlande cultivirten Gewächse, doch bringt ein Uebermass an Feuchtigkeit in wirthschaftlicher und

pflanzengedeihlicher Beziehung meist grössere Nachtheile mit sich als ein Mangel an derselben. Wird der Wiesenboden zu nass, so wird dadurch vor Allem die Entwicklung der werthvolleren Futterpflanzen, namentlich der Süssgräser beeinträchtigt; dieselben verschwinden allmälig und an ihrer Stelle nehmen geringwerthige Sumpfpflanzen überhand. In einem derartigen Falle ist die Entfernung des schädlichen überflüssigen Wassers durch eine Entwässerung geboten, welche je nach den Terrainverhältnissen und der Bodenbeschaffenheit und je nach der Ursache der Versumpfung durch die Regulirung des benachbarten Wasserlaufes, durch die Anlage von Schutzdämmen gegen Ueberschwemmungen, durch Versenkung des Wassers in eine unter der undurchlässigen, die Versumpfung verursachenden Schicht gelegene durchlassende Schicht (Sand- oder Kieslager) des Untergrundes, durch offene oder bedeckte Abzugsgräben oder durch die Röhrendrainage erzielt werden kann. Hierbei sind die klimatischen und die Bodenverhältnisse stets entsprechend zu berücksichtigen, damit nicht etwa das Gegentheil der beabsichtigten Wirkung erzielt, und die nasse Wiese statt in eine frische in eine trockene, unfruchtbare Wiese verwandelt werde. — Aus denselben oben angeführten Gründen wird auch bei Bewässerungsanlagen stets für eine genügende Entwässerung vorgesorgt werden müssen. Näheres über Entwässerung siehe „Wasserbau (Entwässerung)“.

Von der grössten Wichtigkeit für die Verbesserung der Wiesen (namentlich der trockenen) ist die Bewässerung. Hiezu siehe „Wasserbau (Bewässerung)“.

Bei systematischer Ausführung der Bewässerung kann die Ertragsfähigkeit der Wiesen oft leicht sehr erheblich gesteigert werden.

Nicht bewässerte Wiesen, welche in ihrem Ertrage stets vom Verlaufe der jedesmaligen Witterung abhängig sind, geben gewöhnlich nur einen, seltener zwei Schnitte und ungefähr 1000 bis 4000 Kg. Heu. Dagegen liefern rationell bewässerte Wiesen in mindestens zwei Schnitten alljährlich gleichbleibende und sichere, von der Witterung unabhängige Ernten, welche 4000 bis 8000 und bei entsprechender Düngung selbst 10000 Kg. Heu und Grummet pro ha bringen.

Die Marciten (Winterwiesen) Oberitaliens, bei welchen durch die den Boden erwärmende Wirkung des zur Bewässerung benutzten Quellwassers (Temp. 5—10° im Winter) die Vegetationszeit sich ununterbrochen auf das ganze Jahr erstreckt, geben bei kräftiger Compostdüngung in 6—8 Schnitten pro *ha* jährlich gegen 15000 Kg.

Durch das Bewässerungswasser erhält der Boden die nöthige Feuchtigkeit und beträchtliche Nährstoffmengen zugeführt, die löslichen Nährstoffe des Bodens werden durch dasselbe aufgenommen, gleichmässig vertheilt und den Wiesenpflanzen zugänglich gemacht, die Bodentemperatur wird regulirt, etwa vorhandene schädliche Bestandtheile des Bodens werden ausgewaschen und fortgeführt, und schädliche Thiere, wie Mäuse, Engerlinge u. dgl., sowie auch schlechte Wiesenkräuter werden vertrieben oder vertilgt.

Der Erfolg der Bewässerung hängt von der Beschaffenheit des Wassers, von den Boden- und klimatischen Verhältnissen, sowie auch von der Einrichtung und Instandhaltung der Bewässerungsanlage selbst ab.

Boden und Wasser müssen als die beiden Hauptfactoren der Wiesencultur angesehen werden.

Wenn auch die Bodenbeschaffenheit hier nicht jene weittragende Bedeutung besitzt wie beim Ackerbau, so wird doch kein vernünftiger Wiesenbautechniker der Gegenwart dieselbe bei der Ausführung seiner Wiesenanlage unbeachtet lassen; denn nicht jeder Boden ist für die Bewässerung gleich gut geeignet, und nur zu oft hatte der Misserfolg neuer Wiesenbauanlagen seinen Grund in der unzureichenden Untersuchung und Berücksichtigung der Bodenverhältnisse.

Die Untersuchung des Bodens hat nicht allein seine chemischen (Nährstoffgehalt und Absorptionsfähigkeit), sondern namentlich auch seine physikalischen Eigenschaften festzustellen. Von den letzteren sind besonders das Gefüge des Bodens, seine wasserhaltende und wasseraufsaugende Kraft, seine Durchlässigkeit und Erwärmungsfähigkeit für den Wiesenbau von Bedeutung, und in dieser Hinsicht darf die Untersuchung sich nicht ausschliesslich auf die obere

Krume beziehen, sondern sie muss auch auf den tieferen Untergrund, namentlich seiner grösseren oder geringeren Durchlässigkeit wegen ausgedehnt werden.

Oft bietet schon die geologische Entstehung des Bodens wichtige Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Güte desselben. Im allgemeinen werden Derivatböden (umgelagerte oder Schwemmböden) fruchtbarer sein als Primitivböden (Ur- oder ursprüngliche Böden), welche direct durch Verwitterung des anstehenden Gesteins entstanden sind.

Zur Feststellung der hier kurz angedeuteten Bodeneigenschaften wird der Erdbohrer gute Dienste leisten.

Von den verschiedenen Bodenarten eignet sich für den Wiesenbau der Lehmboden am besten. Aus einem mittleren Gemenge von Sand und Thon, dem gewöhnlich Eisenocker, Kalk und Humus beigemischt sind, bestehend, vereinigt er die günstigen Eigenschaften des Sand- und Thonbodens in sich, ohne an deren Nachtheilen zu leiden. Seine genügende Lockerheit, seine mittlere wasserhaltende und wasseraufsaugende Kraft, Durchlässigkeit und Austrocknung, sein normales Verhalten gegen Wärme und Luft, seine beträchtliche Absorbtionsfähigkeit für die mit dem Wasser zugeführten Pflanzennährstoffe und seine oft bedeutende eigene Nährkraft sind Eigenschaften, welche den Lehmboden für die Anlage von Wiesen und für jede Art der Bewässerung sehr geeignet machen. Der Thonboden ist meist sehr nährstoffreich und von bedeutendem Absorbtionsvermögen, besitzt aber gewöhnlich sehr ungünstige physikalische Eigenschaften. Er erwärmt sich sehr langsam, zeigt eine grosse Wassercapacität und Kapillarität und ist nur wenig durchlässig; er leidet deshalb häufig an Nässe und Kälte. Im nassen Zustande zäh und klebrig wird er beim Austrocknen sehr hart und rissig. Seiner Bewässerung muss daher eine gründliche Entwässerung vorausgehen. Durch Hinzutreten von Sand, Kalk und Humus zum Thon werden die extremen Eigenschaften des Thonbodens wesentlich gemildert.

Der Sandboden ist gewissermassen das Gegentheil des Thonbodens; er leidet gewöhnlich an zu grosser Durchlässigkeit und erfordert für die Bewässerung reichliches und besonders schlammreiches Wasser.

Der Kalkboden ist meist zu trocken; besser als dieser eignen sich zu Wiesenanlagen die Mergelböden, welche aus einem Gemische von Thon, Sand und Kalk bestehen.

Die Humusböden (Torf-, Moorböden) besitzen mancherlei für die Vegetation nachtheilige physikalische und chemische Eigenschaften, sie lassen sich aber durch Entwässerung, Ueberführen mit Erde, Mergelung und mineralische Düngung leicht verbessern und für die Anlage von Bewässerungswiesen geeignet machen.

Die Hauptrolle spielt in unseren Klimaten bei der Wiesenbewässerung die Güte des Wassers, indem dasselbe den Boden nicht blos anfeuchten, sondern auch düngen soll. Diesen beiden Bedingungen entspricht am besten Teich-, Bach- und Flusswasser, weil darin gewöhnlich grosse Mengen von gelösten und suspendirten Nährstoffen enthalten sind, welche das Wasser auf seinem Laufe durch die Ortschaften und zwischen gedüngten fruchtbaren Feldern aufgenommen hat. Je reicher das Wasser an düngenden Bestandtheilen ist, desto werthvoller wird es sich für die Zwecke der Bewässerung erweisen, desto vollkommener werden die durch die Ernten entzogenen Nährstoffe dem Boden wieder ersetzt.

Quellwasser hat je nach den Gebirgsschichten, aus denen es entspringt, verschiedenen Werth; solches aus sedimentären Schichten ist gewöhnlich reicher an Nährstoffen als jenes, welches Urgebirgsschichten entstammt. Im allgemeinen gilt Quellwasser zumeist als ein sehr gesundes Wasser, doch wird immer mehr die anfeuchtende als die düngende Wirkung zur Geltung gelangen.

Moor- und Sumpfwässer, die Ablaufwässer mancher Fabriken, sowie auch Wässer, welche sehr viel Kalk oder Eisen enthalten, sind für die Bewässerungszwecke meist nicht geeignet, können sogar schädlich wirken.

Oft kann sonst unbrauchbares Wasser verbessert und gebrauchsfähig gemacht werden, wenn man es vor seiner Verwendung in Teichen u. dgl. ansammelt und den Einwirkungen der Sonne und der Luft aussetzt.

Man sollte sich daher bei der Projectirung einer Bewässerungsanlage stets erst über die Güte des vorhandenen Wassers durch die chemische Analyse Aufschluss verschaffen, bevor man zur Ausführung schreitet.

Häufig hat man zur ungefähren Beurtheilung der Qualität des Wassers die Farbe des abgesetzten Schlickes, das Schäumen des Wassers und das Vorkommen von Forellen benützt, doch sind dies durchwegs unsichere Erkennungszeichen. Dagegen kann das Vorkommen

gewisser Pflanzen, welche im Wasser selbst oder an seinen Ufern wachsen, oft für die Praxis einen ziemlich sicheren und brauchbaren Masstab bieten. Wasserfäden, Brunnenkresse, Wasserehrenpreis, Calmus, Potamogeton- und Ranunculus-, Poa- und Festucaarten zeigen gewöhnlich gutes Wasser an; dagegen lassen die Scheingräser, Schilfrohr, Rohrkolben, Schierling u. s. w. auf geringwerthiges Wasser schliessen.

Bei der Verwendung des Wassers zur Bewässerung ist auch auf die Temperatur desselben die gehörige Rücksicht zu nehmen; nach ihr richtet sich namentlich die Zeit der Bewässerung, um die Vegetation anzuregen oder den schädlichen Einflüssen des Frostes zu begegnen.

Das für eine Bewässerung erforderliche Wasserquantum variirt ausserordentlich und ist abhängig vom Klima, von der Bodenbeschaffenheit in Krume und Untergrund, von der Ausdehnung und dem Gefälle der zu bewässernden Fläche, von der Güte des Wassers und dem Zwecke der Bewässerung, ob damit nur eine Anfeuchtung oder zugleich eine Düngung beabsichtigt wird u. s. w. Es lassen sich daher über den Wasserbedarf keine allgemein giltigen Regeln aufstellen, und muss derselbe für jeden speciellen Fall nach den verschiedenen massgebenden Factoren genau ermittelt werden. Im Süden, wo es hauptsächlich auf die Anfeuchtung des Bodens ankommt, genügt ein stetiger Zufluss von 1 Liter pro *ha* und Secunde. In unserem Klima würde für denselben Zweck ein weit geringeres Quantum ausreichen; da aber hier die düngende Wirkung des Wassers als Hauptzweck der Bewässerung erscheint, müssen wir mit bedeutend höheren Wassermengen rechnen als der Südländer; dieselben schwanken zwischen 8 und 60 Liter pro *ha* und Secunde je nach dem Gehalte des Wassers an düngenden Nährstoffen.

Vor der Anlage einer Bewässerungswiese hat man sich stets erst Gewissheit zu verschaffen, ob die Lage des Terrains eine Bewässerung gestattet, und ob zu jeder Zeit genügende Wassermengen zur Verfügung stehen; die Grösse der Anlage muss immer im richtigen Verhältniss zum verfügbaren Wasserquantum stehen.

Die Messung der disponiblen Wassermenge richtet sich nach der Zeit, in welcher bewässert werden soll, namentlich nach der Herbst- und Sommerbewässerung bezw. dem Herbst- und Sommerwasserstande des benutzbaren Wasserlaufes.

Der Erfolg wird in vielen Fällen gesichert werden, wenn vorerst eine kleine Probefläche angelegt wird, bevor zur vollständigen Ausführung der Bewässerungsanlage geschritten wird.

Zur Bewässerung soll stets frisches, unbenutztes Wasser verwendet werden, und es muss überhaupt als Grundsatz gelten, kein Wasser unbenutzt fortfliessen zu lassen, ohne es vorher zur Ablagerung seiner düngenden Bestandtheile gezwungen zu haben. Wo das Wasser nur zur Anfeuchtung dient, muss neben der Bewässerung eine starke Düngung stattfinden.

Die erforderliche Wassermenge wird durch Sammelbassins, durch Stauvorrichtungen oder durch künstliche Hebung aus dem benachbarten Wasserlaufe gewonnen, durch einen Zuleitungsgraben auf die höchsten Punkte der Wiese geführt, hier gleichmässig durch Gräben von verschiedenen Dimensionen und Gefälle vertheilt und schliesslich wieder abgeleitet, damit die Wiese zeitweilig wieder trocken gelegt werde. Die Trockenlegung der Wiese nach stattgefundener Bewässerung muss möglichst rasch und gründlich durchführbar sein.

Bewässerungsanlagen wurden in richtiger Würdigung ihres Werthes für die Vegetation schon von den ältesten Culturvölkern ausgeführt. In Mitteleuropa wurde der Werth der Bewässerung des Bodens erst in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts in weiteren Kreisen erkannt, und hier bildeten sich die Bewässerungsformen, fast durchwegs auf Wiesen angewendet, im Laufe der Zeit mit dem Fortschritte der Technik und der Naturwissenschaften zu einer besonderen Wiesenbaukunst aus.

Unter Wiesenbau versteht man im allgemeinen jede Einrichtung der Wiesen, um durch Benützung des Wassers von denselben höhere Erträge zu erzielen.

Man unterscheidet einen natürlichen Wiesenbau, wenn schon die natürliche Oberfläche des Wiesenbodens ohne erhebliche Erdbewegung eine gleichmässige Vertheilung und Ableitung des Wassers durch Gräben und Rinnen gestattet, und einen Kunstwiesenbau, wenn die planmässige Zu- und Ableitung des Wassers erst nach einem vollständigen Umbau der ursprünglich unebenen Wiesenfläche ermöglicht wird. Im ersten Falle wird das natürliche Gefälle ausgenützt, im zweiten muss dieses erst künstlich geschaffen und die Grasnarbe neu gebildet werden, so dass die Kosten einer derartigen künstlichen Wiesenanlage und ihrer Erhaltung sich bedeutend höher stellen als beim natürlichen Wiesenbau. Der Kostenpunkt, die Schwierigkeit der Herstellung und Instandhaltung einer Kunstwiesenanlage, sowie der Umstand, dass dieselbe nur unter besonders günstigen Verhältnissen (gute Bodenbeschaffenheit, gutes und ausreichendes Wasser, intelligente Bevölkerung) rentabel erscheint und die Beerntung der Wiesen durch die zahlreichen Gräben erschwert, hat zur Erkenntniss geführt, dass der natürliche Wiesenbau in der Regel und der Kunstwiesenbau nur ausnahmsweise zur Anwendung gelangen solle.

Je nachdem nun das Wasser dem zu bewässernden Grundstücke entweder unterirdisch oder oberirdisch oder auf beiden Wegen zugeführt wird, lassen sich die verschiedenen Bewässerungsmethoden in drei Hauptgruppen einreihen.

I. Eine unterirdische Wasserzuführung findet bei der Einstauung und der Furchenbewässerung statt.

1. Die An- oder Einstauung (System St. Paul) kommt zuweilen bei eben gelegenen, versumpften Wiesen in Anwendung und besteht darin, dass durch Anlage von Entwässerungsgräben die Wiesenfläche in Beete getheilt wird; am Ende des Hauptentwässerungsgrabens befindet sich eine Schleuse, welche nach Bedarf geschlossen oder geöffnet wird, um die Entwässerungsgräben für den doppelten Zweck der Be- und Entwässerung zu benützen. Die Bewässerung erfolgt durch Anstauung des Grund- und Tage-Wassers in den Gräben, durch deren Wände es allmählig in den Boden hineinzieht und die Rasennarbe von unten her auf eine durch die Capillarität des Bodens bedingte Strecke anfeuchtet. Ohne gleichzeitige Düngung (besonders mit Compost) kann eine derartige Wiesenanlage für die Dauer in ihrem Ertrage nie befriedigen, da das Wasser nur eine Anfeuchtung und Lösung der Bodennährstoffe aber keine düngende Wirkung erzielt. Der Werth des Systems besteht darin, dass es sehr einfach und billig ist, aber trotzdem ist die Anwendung desselben wegen seiner Unvollkommenheit nur in Ausnahmsfällen zu empfehlen.

2. Die Furchenbewässerung ist im grösseren Masstabe nur in den südlichen Ländern in Gebrauch; in den nördlichen Gegenden findet sie nie für Zwecke der Wiesencultur, sondern nur im Kleinen beim Gemüsebau, beim Anbau von Hackfrüchten und überall bei der Canalwasserbewässerung Anwendung. Siehe „Wasserbau (Bewässerung der Felder)“. Hierbei wird das Wasser in die parallel mit dem Häufelpflug hergestellten Furchen geleitet, deren Abstände bei Rüben, Kartoffeln, Mais u. dgl. $0{\cdot}6$—$0{\cdot}8^m$, beim Anbau von Gemüse- und manchen Industriepflanzen $1{\cdot}5$—2^m betragen. Aus den Furchen tritt das Wasser bald seitlich in den Boden ein und führt den auf den Kämmen cultivirten Pflanzen die erforderliche Feuchtigkeit zu, indem es zugleich die Bodennährstoffe in Lösung bringt.

II. Die oberirdische Zuführung des Wassers kann auf zweierlei Art erfolgen. Nach der ersten wird das Wasser in einer gleichmässigen, ziemlich hohen Schicht auf die möglichst horizontal gelegene Wiesenfläche aufgeleitet (Ueberstauung), nach der zweiten Art lässt man das Wasser in einer gleichmässig dünnen Schichte über schon von Natur gegebene oder künstlich hergestellte geneigte Flächen rieseln (Ueberrieselung). Es kommen hier also namentlich die Ueberstauung und die Ueberrieselung mit dem Hang- und Rückenbau in Betracht.

1. Die Ueberstauung oder Staubewässerung (Stauwiese) erfordert eine nahezu horizontale Lage der Wiese, wie dies häufig in der Nähe von Bächen

und Flüssen der Fall ist. Die zu überstauende Fläche wird, falls sie nicht schon von Natur begrenzt ist, mit Dämmen umgeben, zwischen welchen das Terrain vollständig unter Wasser gesetzt und gleichsam in einen See verwandelt wird. Das Wasser wird aus dem Bache oder Flusse durch einen mit einer Schleuse versehenen Zuleitungsgraben den einzelnen Staurevieren zugeführt und hier zur Stagnation gebracht, damit es den Boden gehörig durchtränke, und die düngenden Bestandtheile aus dem Wasser zum Absatze gelangen. Die Ableitung des Wassers erfolgt durch eine zweite am unteren Ende der Anlage angebrachte Schleuse. Die Grösse der einzelnen Staureviere richtet sich nach dem Gefälle des Staugebietes und bewegt sich zwischen 6—25 *ha.*

Man unterscheidet eine natürliche Ueberstauung (Ueberschwemmung bei Hochwasser) und eine künstliche Ueberstauung (durch Eindämmung des zu bewässernden Terrains).

Auf ausgedehnten Flächen mit sehr geringem Gefälle ist mit Erfolg die Stauberieselung zur Anwendung gebracht worden, wobei nach Anfüllung des Staugebietes bis zur normalen Höhe die Ablassschleusse so weit geöffnet wird, dass das Stauwasser in langsamem Fliessen erhalten wird.

Die Staubewässerung ist sehr einfach und billig (50—150 Mk. pro *ha*), zeigt aber neben namhaften Vortheilen auch grosse Nachtheile. Sie kann nur dort Berücksichtigung finden, wo es an Capital für eine bessere Anlage mangelt; wo bei durchlassendem Boden und ebener Lage die hinreichende Wassermenge nur im Frühjahre und Herbst zur Verfügung steht, und wo es sich um eine Bereicherung der Krume durch Schlammabsatz, z. B. auf Sand- und Geröllboden u. dgl., oder um eine Erhöhung des Bodens handelt. Siehe „Wasserbau" (Kolmation).

2. Die Ueberrieselung (Rieselwiese), die am meisten angewendete Wiesenbewässerungs-Methode, verlangt ein geneigtes Terrain von möglichst gleichförmiger Oberflächenbeschaffenheit, auf dessen höchste Punkte das Wasser geleitet und von hier aus in fortwährender Bewegung in dünner Schicht und mit geringer Geschwindigkeit gleichmässig über die ganze Fläche vertheilt wird, so dass sämmtliche im Wasser suspendirte Theilchen zur Ablagerung gebracht, und die gelösten Nährstoffe vom Boden absorbirt werden.

Bei der Rieselbewässerung kann man der Hauptsache nach zwei verschiedene Systeme unterscheiden, den Hangbau und den Rücken- oder Beetbau.

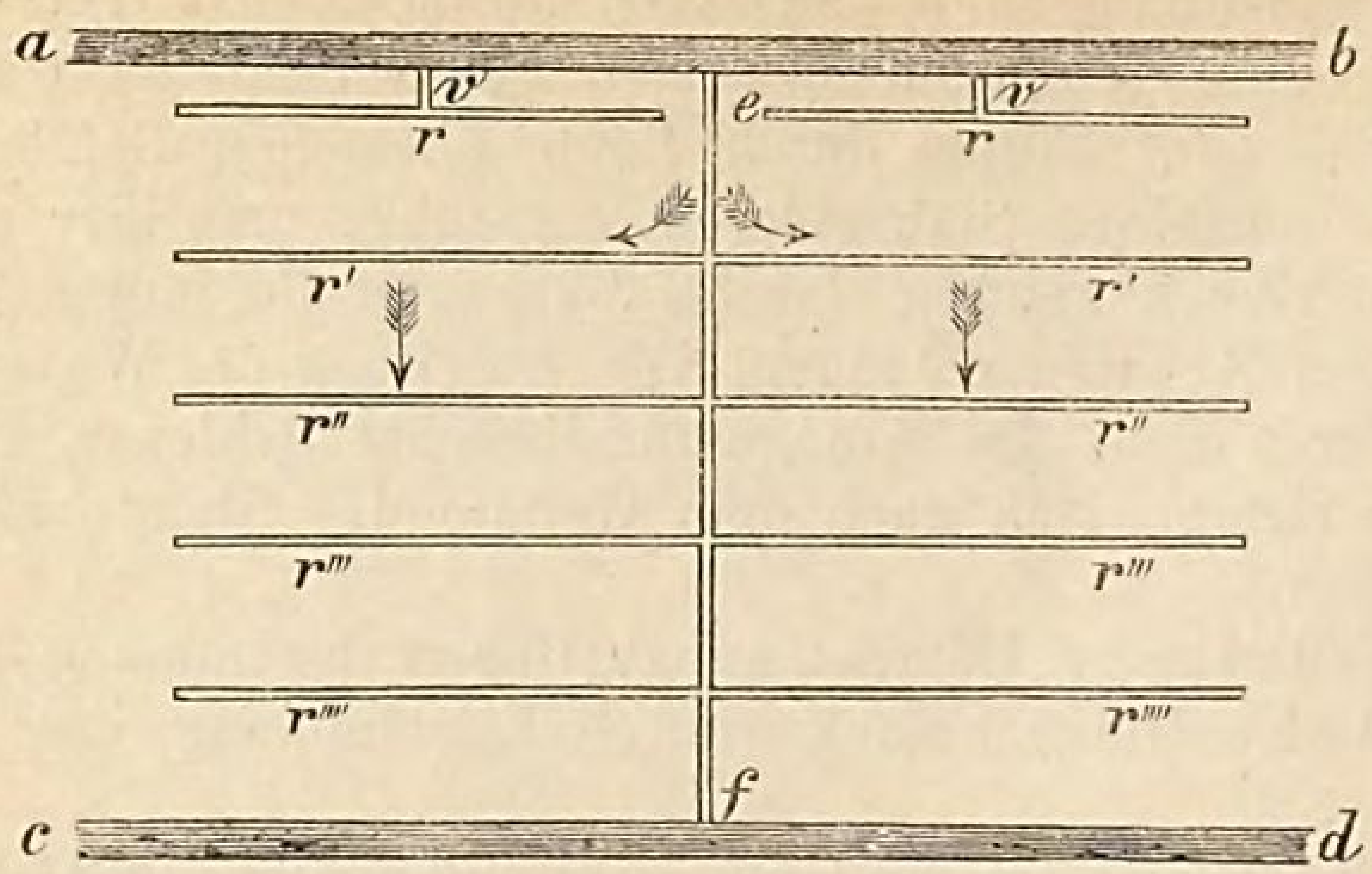
Beim Hangbau besitzt die zu berieselnde Fläche, der Hang, nur nach einer Seite Gefälle und das Wasser kann aus den normal zu dem natürlichen Hauptgefälle angelegten Rieselrinnen nur nach einer Richtung überschlagen. Beim Rücken- oder Beetbau aber zeigt das zu bewässernde Terrain nach zwei entgegengesetzten Richtungen Gefälle, es bildet dachförmige Rücken oder Beete, auf deren Firstlinien sich die Rieselrinnen befinden, welche das Wasser nach beiden Seiten überschlagen und gleichmässig über beide Hälften des Rückens rieseln lassen.

Je nachdem der Hang oder Rücken schon durch die natürlichen Terrainverhältnisse gegeben ist, oder erst durch einen besonderen Umbau der Wiese geschaffen wird, unterscheidet man den natürlichen oder künstlichen Hang- und Rückenbau.

a) Der Hangbau erfordert ein Gefälle von mindestens 2·5 Proc. Häufig besitzen die Hänge ein stärkeres natürliches Gefälle und tritt hiezu eine gleichmässige Oberflächenbeschaffenheit, so lässt sich die Rieselanlage auf sehr einfache und billige Weise herstellen.

Das dem Bache oder Flusse entnommene Wasser wird, Fig. 5581, durch einen Zuleitungsgraben oder einen Transportirgraben (*a*, *b*) auf die höchsten Punkte der Wiese geleitet und von hier durch Vertheilungsrinnen (*v*) und den Vertheilungsgraben (*e*, *f*) in der Richtung des Hauptgefälles den einzelnen Wiesenabtheilungen zugeführt und auf diesen durch die eigentlichen, in den Horizontallinien liegenden Wässerungsrinnen (Riesel-, Ueberschlags- oder Horizontalrinnen) *r* vertheilt, so dass sämmtliche Tafeln des Hanges gleichmässig überrieselt werden.

Fig. 5581.



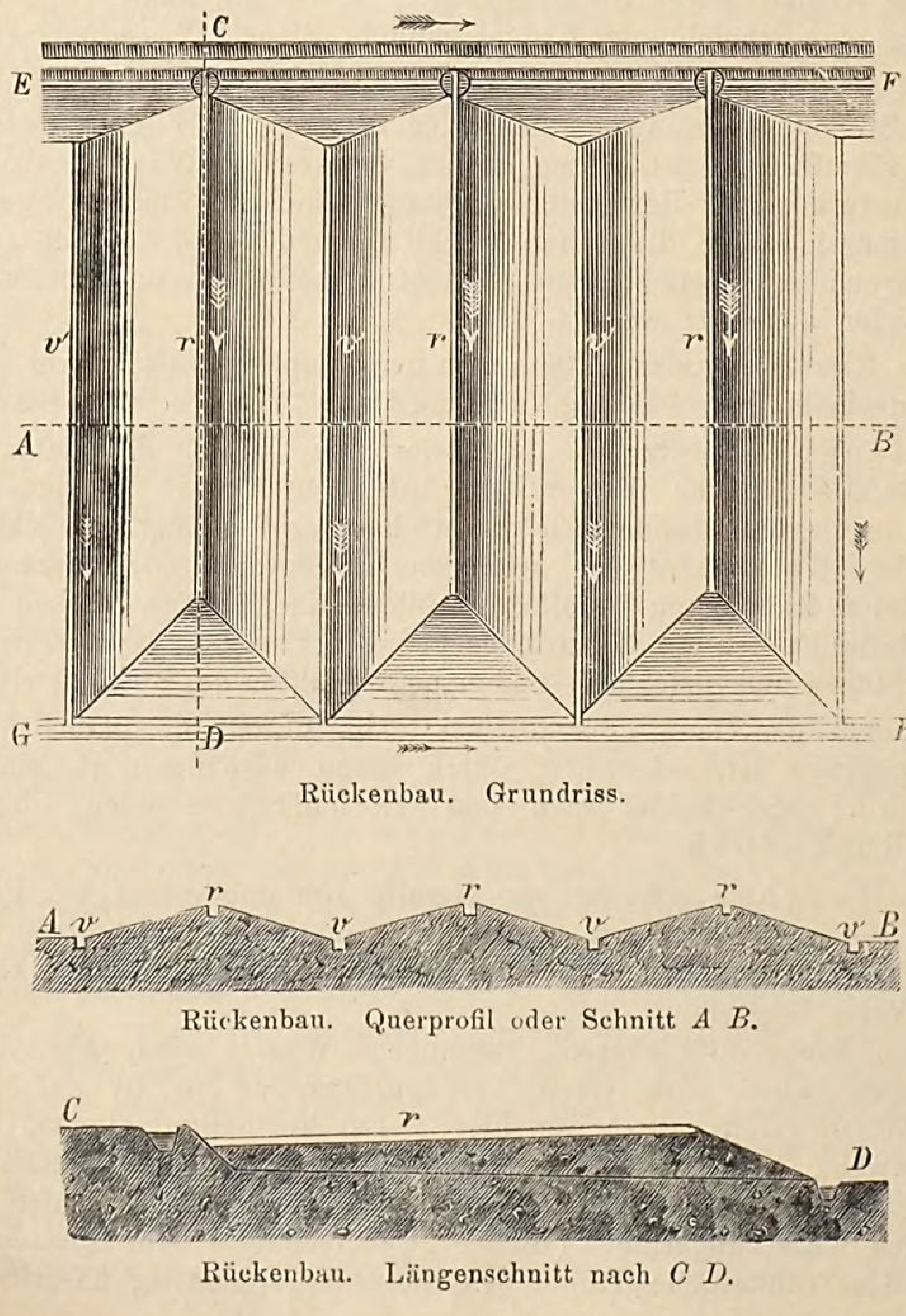
Einfacher Hangbau.

Das vom Boden nicht mehr aufgenommene Wasser wird durch den Entwässerungsgraben ($c\,d$) abgeführt oder neuerdings zur Bewässerung verwendet.

Die Anlage der Gräben, die Zu- und Ableitung des Wassers, gestatten die mannigfaltigsten Modificationen; namentlich ist es leicht möglich, jede Tafel mit stets frischem Wasser zu versehen und das bereits benutzte Wasser durch oberhalb der Horizontallinien gezogene Auffangrinnen und senkrecht darauf stehende Ableitungsgräben zu entfernen bezw. dem Entwässerungsgraben zuzuführen.

b) Der Rücken- oder Beetbau ist auf Wiesenflächen angezeigt, deren Gefälle 2·5 Proc. nicht übersteigt. Während beim Hangbau der natürliche Bau

Fig. 5582.



Rückenbau. Längenschnitt nach *C D*.

die Regel, der Kunstbau die Ausnahme ist, wird der Rückenbau in der Regel als Kunstbau ausgeführt, indem künstlich durch entsprechende Erdbewegungen nach zwei Seiten geneigte Flächen, Rücken, geschaffen werden. Die Zuleitungs- und Vertheilungsgräben werden nach denselben Principien wie beim Hangbau angelegt. Siehe Fig. 5582 (nach Perels).

Die senkrecht auf den Vertheilungs- oder Bewässerungsgraben EF gezogenen Wässerungs-, Ueberschlags- oder Rieselrinnen r liegen auf den Kämmen der Rücken. Das von den Kämmen über die Hänge ablaufende Rieselwasser wird von den Entwässerungsrinnen v aufgenommen, welche in der Vertiefung zwischen zwei Rücken in den Boden eingeschnitten sind, und dem Ableitungsgraben GH zugeführt oder nochmals zur Bewässerung benützt.

In Bezug auf die Höhe der Rücken unterscheidet man hohen und flachen, in Bezug auf die Breite der Rücken schmalen und breiten Rückenbau. Hohe Rücken sind möglichst zu vermeiden, weil dadurch die Anlage erschwert und vertheuert, und die Aberntung behindert wird. Die Breite der Rücken variirt zwischen 7·5—20^m und ist abhängig von den Boden- und Terrainverhältnissen und von der Qualität des Wassers. Bei sehr breiten Rücken wird eine gleichmässige Ueberrieselung der ganzen Fläche, namentlich des unteren Theiles, leicht dadurch erzielt, dass zwischen Be- und Entwässerungsrinnen parallel zu denselben Ueberschlagsrinnen eingeschnitten werden, denen direct aus den Bewässerungsrinnen frisches Wasser zugeführt wird. Die Rückenlänge (20—30—50^m) richtet sich nach der Neigung der Wiesenfläche.

Der Ueberrieselungsbau wird häufig zum Etagenbau (Etagen-Hangbau oder Etagen Rückenbau), indem bei grösseren Wiesenflächen und wenig Wasser die einzelnen unter einander angeordneten Hänge oder Rücken derart berieselt werden, dass die unteren das abgerieselte Wasser der oberen erhalten.

Der Kunstwiesenbau wird gewöhnlich durch die damit verbundenen bedeutenden Erdbewegungen sehr kostspielig; man sucht daher die Bewässerung (oft unter gleichzeitiger Anwendung der verschiedenen Systeme) der natürlichen Configuration des Bodens möglichst anzupassen bei Verzicht auf die Symmetrie der Anlage.

Die verschiedenen Arten der Bewässerung werden dann als wilde Ueberrieselung, Schlangenbewässerung, natürlicher Hang- oder Rückenbau, rationeller Wiesenbau u. s. w. bezeichnet. Am seltensten ist beim natürlichen Wiesenbau der Rückenbau schon von Natur aus anwendbar; doch kann man die Rücken oft leicht auf die Weise herstellen, dass man die Wiesenfläche in etwa 8^m breite Beete theilt, an deren Längsseiten zunächst die Entwässerungsrinnen aushebt und das gewonnene Material in der Mitte der Beete längs eines Zwischenraumes für die Bewässerungsrinnen rückenförmig anhäuft (sogen. „angedeuteter Rückenbau").

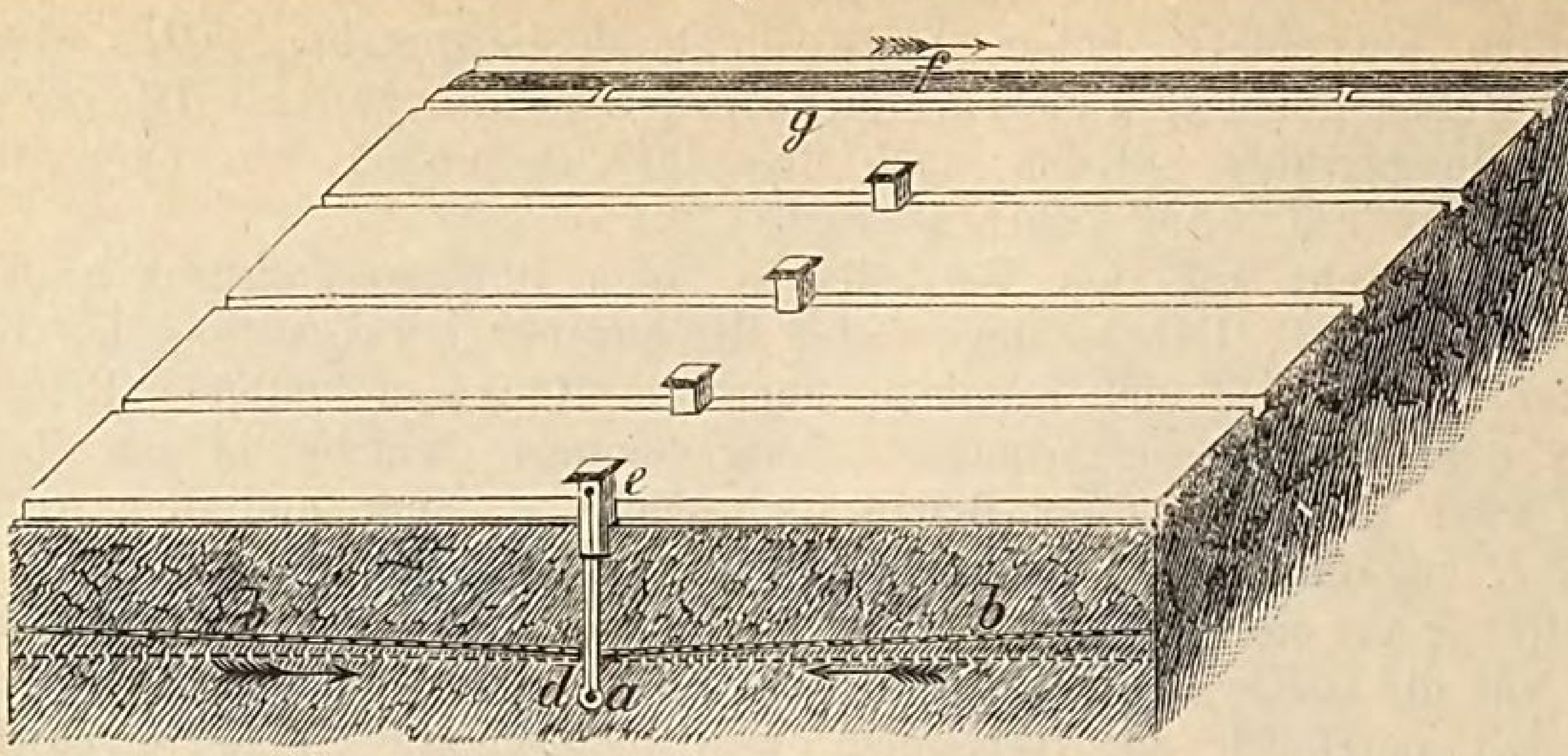
III. Eine sowohl ober- als unterirdische Zuführung des Wassers ermöglicht die Drainbewässerung, wie sie Gutsbesitzer Asmus Petersen in Wittkiel bei Kappeln (Schleswig) erfunden hat.

Die Drainbewässerung oder das Petersen'sche Wiesenbausystem bewirkt die Be- und Entwässerung durch eine vollständige Röhrendrainage in Verbindung mit einer Hangbewässerung. Von der gewöhnlichen Combination der Drainage mit einer oberirdischen Bewässerung unterscheidet sich das System dadurch, dass an den Einmündungen der Saugdrains in die Sammeldrains Schliessvorrichtungen (Ventil mit Tagerohr) angebracht sind, durch welche die Wirksamkeit der Drainage beliebig in oder ausser Thätigkeit gesetzt werden kann, ferner aber auch dadurch, dass die Legung der Saug- und Sammeldrains gerade umgekehrt erfolgt wie bei der gewöhnlichen Röhrendrainage: die Sammeldrains liegen im stärksten Gefälle, während die Saugdrains in der Richtung der Schichtenlinien fast horizontal gelegt werden.

In Fig. 5583 stellt f den Bewässerungsgraben, g die Rieselrinnen, b die Saugdrains, a den Sammeldrain und $e\ d$ die Sperrvorrichtung dar.

Als Sperrvorrichtung zur beliebigen Unterbrechung der Wirkung der Drainage wird häufig das v. Raumer'sche Ventil (Fig. 5584) benützt. Dasselbe ist

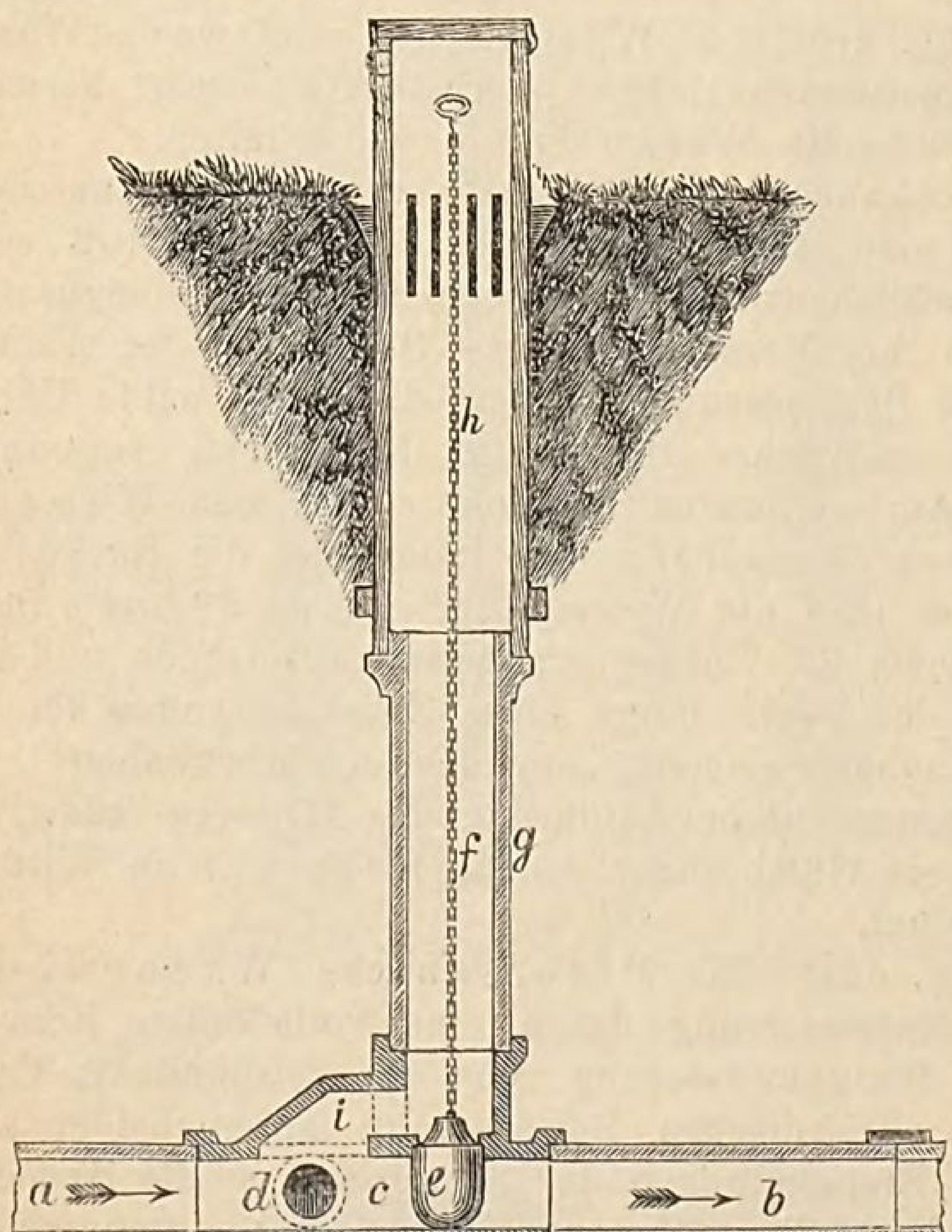
Fig. 5583.



Petersen'sches Wiesenbau-System. Perspective.

aus gebranntem Thon hergestellt und besteht aus dem Ventilkörper *c*, dem Thonrohr *g* und einem hölzernen Kasten *h*, der etwas ($2-3^{dm}$) über die Erdoberfläche hervorragt. Der Ventilkörper ist durch Muffen mit dem Sammeldrain *a b* verbunden, und senkrecht darauf sind die beiden Saugdrains *d* eingekittet. Wird das Ventil *e* mittelst der Zugvorrichtung *f* herabgelassen, so wird die Verbindung zwischen *a* und *b* aufgehoben, und das vom Sammeldrain *a* und dem Saugdrain *d* zugeführte Wasser dringt durch den Canal *i* in das Steigrohr *g*. Das Tagerohr ist von oben verschliessbar und communicirt durch mehrere Schlitzöffnungen mit der Rieselrinne. Ein Drahtgitter unterhalb der Schlitze verhindert das Hineinfallen von Steinen, Fröschen u. dgl.

Fig. 5584.



v. Raumer'sches Ventil. Durchschnitt.

Die Vorbedingung für eine Petersen'sche Wiesenanlage ist ein drainagebedürftiger (wenig durchlassender) Boden mit genügendem Flächengefälle zur Beschaffung der Vorfluth und hinreichendem Wasser für die Bewässerung. Die Drains werden meist $1{\cdot}2^{m}$ tief und in einer gewöhnlichen Entfernung von 12^{m} gelegt. Ihre einseitige Länge ist auf $80-100^{m}$ zu bemessen. Die Röhrenweite wird durch Rechnung ermittelt.

Die Bewässerung der Hangoberfläche erfolgt wie beim gewöhnlichen Hangbau und beginnt, nachdem durch die Drainage die Wiese trocken gelegt und die Ventile geschlossen worden sind. Das in die Drainröhren fliessende Wasser wird sich in den Röhren anstauen, durch die Stossfugen hindurchdringen und den Boden von unten her anfeuchten. Gleichzeitig wird auch das über den Hang

rieselnde Wasser in den Boden einsickern und sich mit dem Unterwasser vereinigen. Nach einer etwa 24stündigen Bewässerung wird die Rieselung eingestellt und es folgt die Entwässerung durch gleichzeitiges oder successives (abwärtsschreitendes) Oeffnen der Ventile. Die Entwässerung geht sehr rasch von statten und hat eine ausgiebige Durchlüftung des Bodens zur Folge. Nach vollständiger Entwässerung folgt wieder eine Bewässerung u. s. w. Die Kosten der Anlage belaufen sich auf 360—600 Mk. pro *ha*.

Die Petersen'sche Wiesenbaumethode biete zahlreiche Vortheile, welche sich leicht aus dem Wesen des Systems entnehmen und erklären lassen.

Jede Wiesenanlage, künstliche und natürliche, erfordert, soll sie dauernd wirksam bleiben und die gewünschten Erträge liefern, stets eine sorgsame Pflege und Instandhaltung.

Literatur: Fries, Lehrbuch des Wiesenbaues, bearbeitet von Dünkelberg. 2. Auflage. Braunschweig 1866. — Vincent, der rationelle Wiesenbau, dessen Theorie und Praxis. 3. Auflage. Leipzig 1870. — Dünkelberg, der Wiesenbau in seinen landwirthschaftlichen und technischen Grundzügen. 2. Auflage. Braunschweig 1877. — Meyn, Grundzüge des Wiesenbaues und der Drainage. Heidelberg 1880. — Dünkelberg, Encyklopädie und Methodologie der Culturtechnik. Braunschweig 1883. — Perels, Handbuch des landwirthschaftlichen Wasserbaues. 2. Auflage. Berlin 1884. (Mit Literaturübersicht.) — Fuchs, der Petersen'sche Wiesenbau. Berlin 1885. — Toussaint, die Wiese, deren Technik, Pflege und ökonomische Bedeutung. Breslau 1885. *Dr. Jos. Pichl.*

Wiesenerz, s. m. Raseneisenerz VII pag. 269.

Wigger's Aether. Wurde das vierfach gechlorte Chloräthyl genannt, welches früher als anästhetisches Mittel verwendet wurde. *Gtl.*

Wilderstahl (*acier sauvage*), Willerstahl, ist ein stahlartiges, kohlenstoffarmes Roheisen, ein Product, welches zwischen dem Roheisen und dem Stahle steht. *E.*

Willcoxit, Min., in weissen oder grünlichen Krystallschüppchen oder Blättern von Perlmutterglanz, dem Talk ähnlich. Ist ein kali-, natron- und lithionhältiges Thonerde-Magnesia-Silicat mit geringem Eisengehalt. Findet sich ziemlich selten als Auflagerung auf Diamantspath in Neu Carolina. *Gtl.*

Willemit, Min. Kleine rhomboëdrische Krystalle, häufig mit abgerundeten Kanten und Ecken oder auch derb, in klein- und feinkörnigen Aggregaten oder nierförmigen Stücken, spröde, weiss, gelblich, braun und roth, schwach fettglänzend, durchsichtig oder durchscheinend, Härte = 4·5, spec. Gew. = 4·1—4·2. Ist ein dem Galmei ähnlich sich verhaltendes Zinksilicat mit 72·5 Proc. Zinkoxyd und 27·5 Proc. Kieselsäure. In den rothen und braunen Varietäten enthält es auch Eisenoxyd. Vorkommen Aachen, Lüttich, Reibel, auf Erzgängen des Zinkspaths. *Gtl.*

Willerstahl, s. Wilderstahl.

Williamsit, Min., edle Varietät des Serpentins, s. d. VIII pag. 228.

Williamson's Blau, s. m. lösliches Berlinerblau, s. b. Blutlaugensalze I pag. 667.

Wilson's Bleichflüssigkeit, s. m. unterchlorigsaure Thonerde, d. i. eine Bleichflüssigkeit, die durch Zersetzung von Chlorkalk mit schwefelsaurer Thonerde dargestellt werden kann. *Gtl.*

Wiluit, s. m. Vesuvian vom Wiluiflusse in Sibirien. Denselben Namen führt auch eine Varietät des Kalkgranats (Grossulars) aus derselben Quelle. *Gtl.*

Wimberg, Wimperg, Windberg *(guimberge — guimberge)*, der verzierte Spitzgiebel, welcher im gothischen Styl über dem Portal oder Fenster häufig vorkommt. Siehe Art. Styl VIII pag. 661. *Grohm.*

Winde, Bohrwinde, s. Bohren, I pag. 723, s. Hebemaschinen IV pag. 273.

Windeisen, s. Wendeeisen.

Windelboden, s. Decke, II pag. 594.

Winden, s. Hebemaschine, IV pag. 273.

Winder, s. Baumwollspinnerei I pag. 353.

Winderhitzungsapparate. Die Erhitzung der Gebläseluft ist zuerst von Neilson im Jahre 1819 an einigen schottischen Hohöfen versucht worden und obzwar die erzielte Temperatur in Folge der sehr primitiven Einrichtungen keinesfalls hoch gewesen sein konnte, so war der Erfolg der Versuche doch ein so überaus günstiger, dass sich bald darauf viele Hüttenwerke Schottlands veranlasst sahen sie einzuführen. Der Hauptvortheil der Winderhitzung liegt in der Möglichkeit auf ein gewisses Quantum von Coaks oder Holzkohle höhere Posten von Erz und Zuschlag setzen zu können, woraus sich sowohl eine Brennstoffersparniss wie auch eine Productionserhöhung ergibt.

Die Erhitzung des Windes war eine der einflussreichsten Verbesserungen im Hohofenbetriebe und so gehören heute die Winderhitzungsapparate zu den wichtigsten Bestandtheilen einer Hohofenanlage. Die Entwickelung der Winderhitzer ging Hand in Hand mit der Frage der Verwerthung der Gichtgase und so gab es eine Zeit, wo man sie oberhalb der Gicht des Ofens — dem schlechtest gewählten Platz für die nicht zu vermeidenden Reparaturen — aufstellte, lediglich um sie durch die ausströmenden Gichtgase zu heizen und den Kohlenconsum einer Separatheizung zu umgehen. Nebst der Unzugänglichkeit hatte diese Aufstellung noch den Nachtheil, dass der warme Wind wieder durch lange Leitungen nach abwärts geführt werden musste und beträchtlich abgekühlt wurde. Erst als man lernte, die Gicht ohne Nachtheil für den Ofengang zu schliessen und die Gase beliebig zu leiten, situirte man die Winderhitzer neben dem Ofen.

Die heute angewendeten Winderhitzungsapparate lassen sich in zwei Classen eintheilen.

A. In eiserne oder Rohrapparate, bei welchen der zu erwärmende Wind ein System von aussen geheizter Röhren passirt.

B. In Steinapparate, gemauerte Kammern, die mit einem Gitterwerk aus feuerfesten Ziegeln angefüllt sind, welches abwechselnd durch Gas ausgeheizt, dann von dem zu erhitzenden Wind durchsetzt wird. Die feuerfesten Steine nehmen beim Ausheizen die Wärme auf und geben sie beim Durchleiten von Wind an diesen wieder ab.

Die früher verwendeten Apparate gehören alle zu der Classe *A*; mit den Steinapparaten hat Cowper im Jahre 1860 angefangen. Ihm folgte Whitwell.

Aus der grossen Anzahl der Constructionen der Rohrapparate sollen hier zwei Repräsentanten gewählt werden. Beide sind häufig anzutreffende Formen.

Fig. 5585 und 5586 stellt den Wasserallfinger Apparat vor.

Der kalte Wind verzweigt sich durch das Rohr *a* in vier Stutzen, deren jeder mit einem System von neun horizontalen Röhren *i* in Verbindung steht, die sich unten wieder in dem Rohre *b* vereinigen. Der Wind durchzieht daher die Rohre von oben nach unten kommend, während die von der Feuerung *c* ausgehenden Feuergase sie in umgekehrter Reihenfolge von unten nach oben treffen.

Die horizontalen Röhren *i* sind ovalen Querschnittes und mit einer Wandstärke von etwa 20 bis 30^{mm} gegossen. Die Krümmlinge *g* sitzen in Muffen und

sind durch Eisenkitt, ein Gemenge von Eisenfeile, Salmiak und Schwefel gedichtet. Um sie vor Abkühlung durch die Atmosphäre zu schützen, sind die Seitenwände mit Blechverschalungen versehen, aus denen sich die einzelnen, in aus T-Eisen gebildeten Rahmen eingesetzten Tafeln leicht abnehmen lassen. Die Seitenmauern *f* sind von Aussen ebenfalls verankert (in der Zeichnung nicht aufgenommen), wodurch die Auswechslung der horizontalen Rohre besser ermöglicht ist. Die Heizung des Apparates geschieht fast allerorts nur durch Gichtgas. Der eingezeichnete Rost *e* dient nur mehr zum Vorheizen bei der Inbetriebsetzung. Die Zuleitung des Gases ist bei *c*, von wo sich dasselbe nach den beiden Ausmündungen *d* vertheilt.

Fig. 5585.

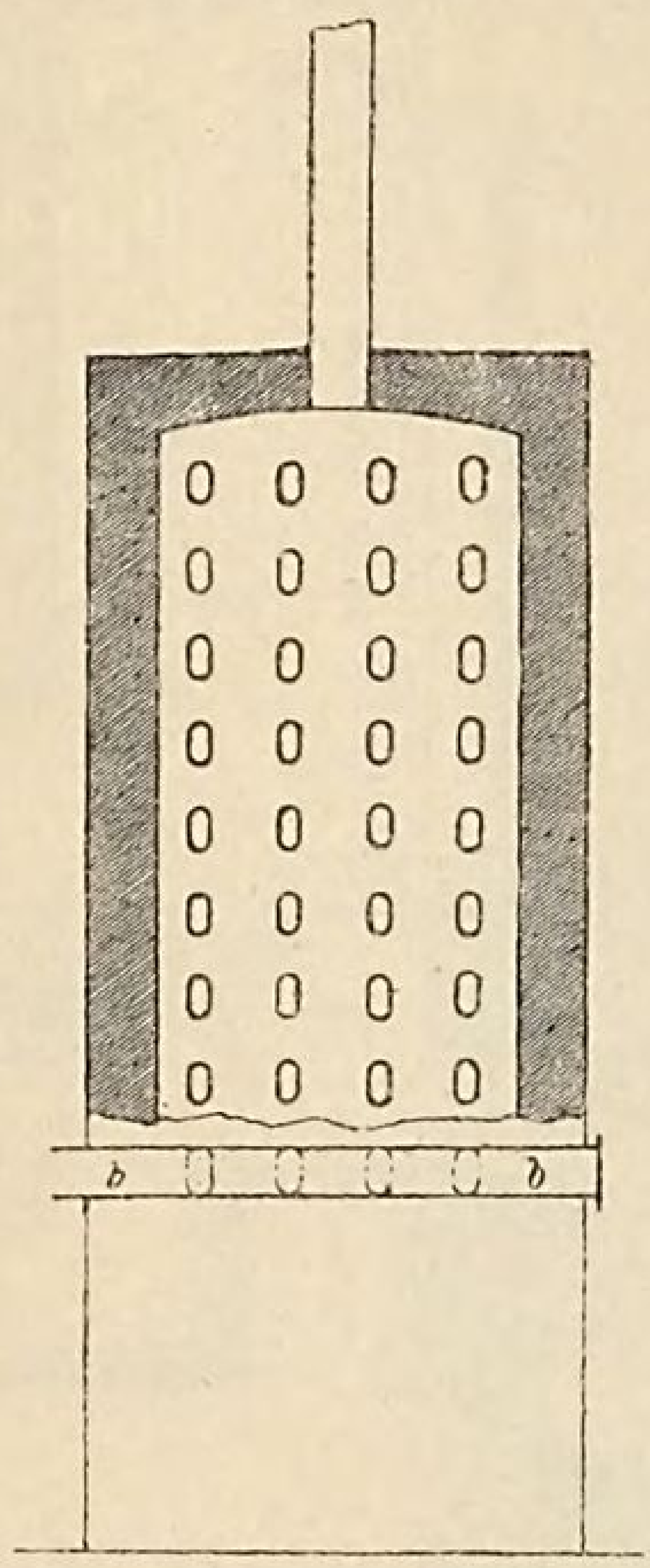
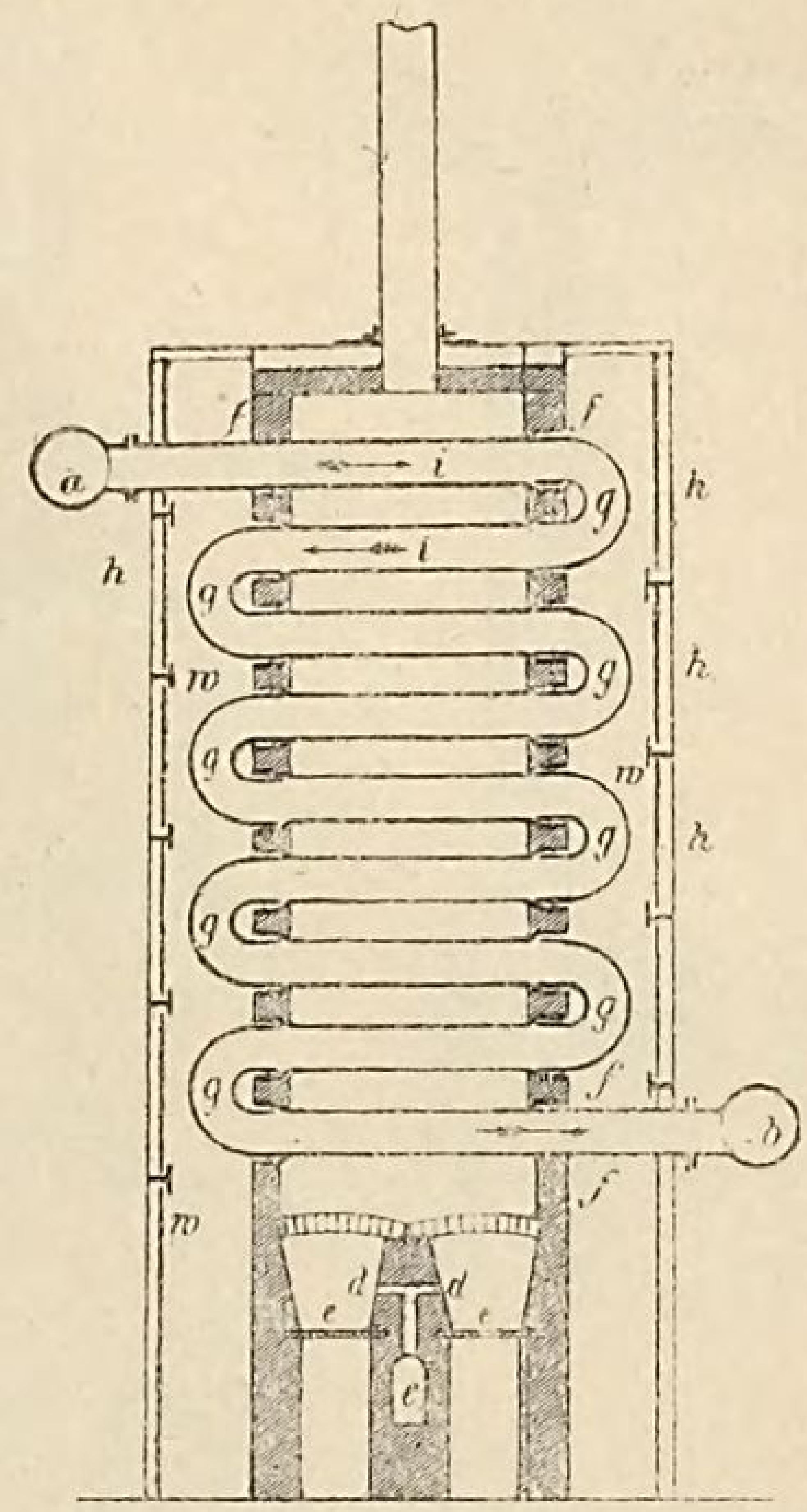


Fig. 5586.



Wasserallfinger Winderhitzungs-Apparat.

Der Effect des Wasserallfinger-Apparates ist zwar ein sehr guter, aber die horizontale Lage der Rohre bedingt ein leichteres Durchbrennen derselben und also häufigere Reparaturen, als es bei Rohrapparaten, die die Röhren vertical aufgestellt haben, vorkommt. Zu dieser letzteren Gattung von Apparaten gehört der in neuester Zeit oft angewendete Gjer'sche Winderhitzer, welchen die Fig. 5587 und 5588 veranschaulichen. Die Rohre sind hier in zwei getrennten Reihen vertical aufgestellt und werden durch Fusskästen mit einander verbunden. Aus dem Kaltwindleitungsrohr *b* theilt sich der Wind in die beiden Rohrstänge und passirt die Rohre nach einander bis er bei *i* austritt und sich vor dem Heisswindventil mit dem des zweiten, parallelen Rohrstranges vereint und der Heisswindleitung *c* zuströmt.

Zur Heizung dienen auch hier ausschliesslich Gichtgase, dieselben ziehen vom Rost durch die in dem Gewölbe gelassenen Schlitze nach aufwärts und fallen hinter der Scheidewand *f* herab zum Essencanal. Durch diese Scheidewand ist dem Apparat ebenfalls das Gegenstromprincip verliehen, indem die Kammer *B*, wo die Feuergase schon wesentlich abgekühlt sind, nur zum Vorwärmen des kalten Windes dient, während derselbe erst in *A* die möglichst hohe Temperatur annimmt.

Zur Reinigung der Rohre vom Flugstaub dienen die Gewölbelöcher *g*, durch welche die Drahtbürsten eingeführt werden können.

Fig. 5587.

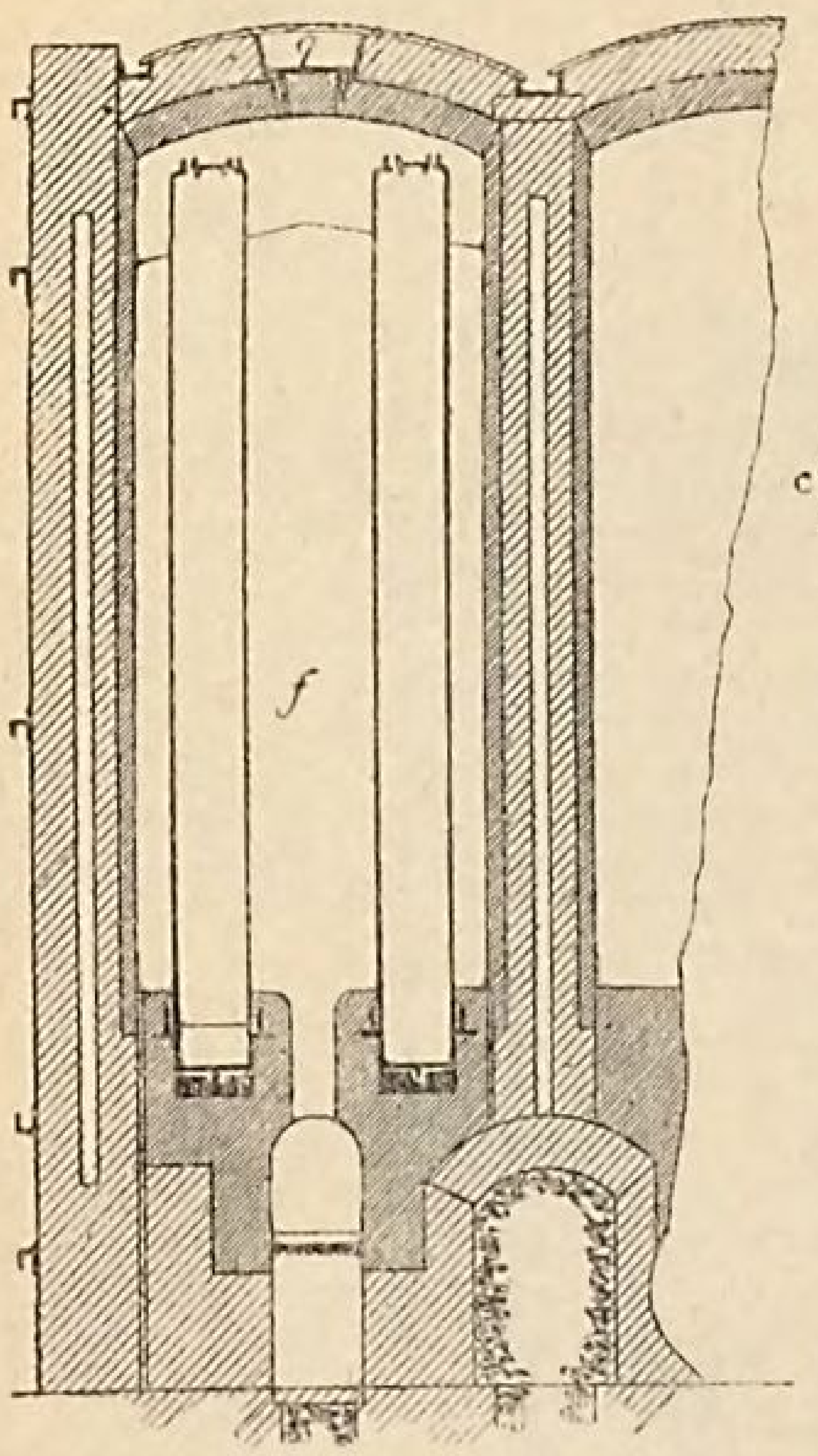
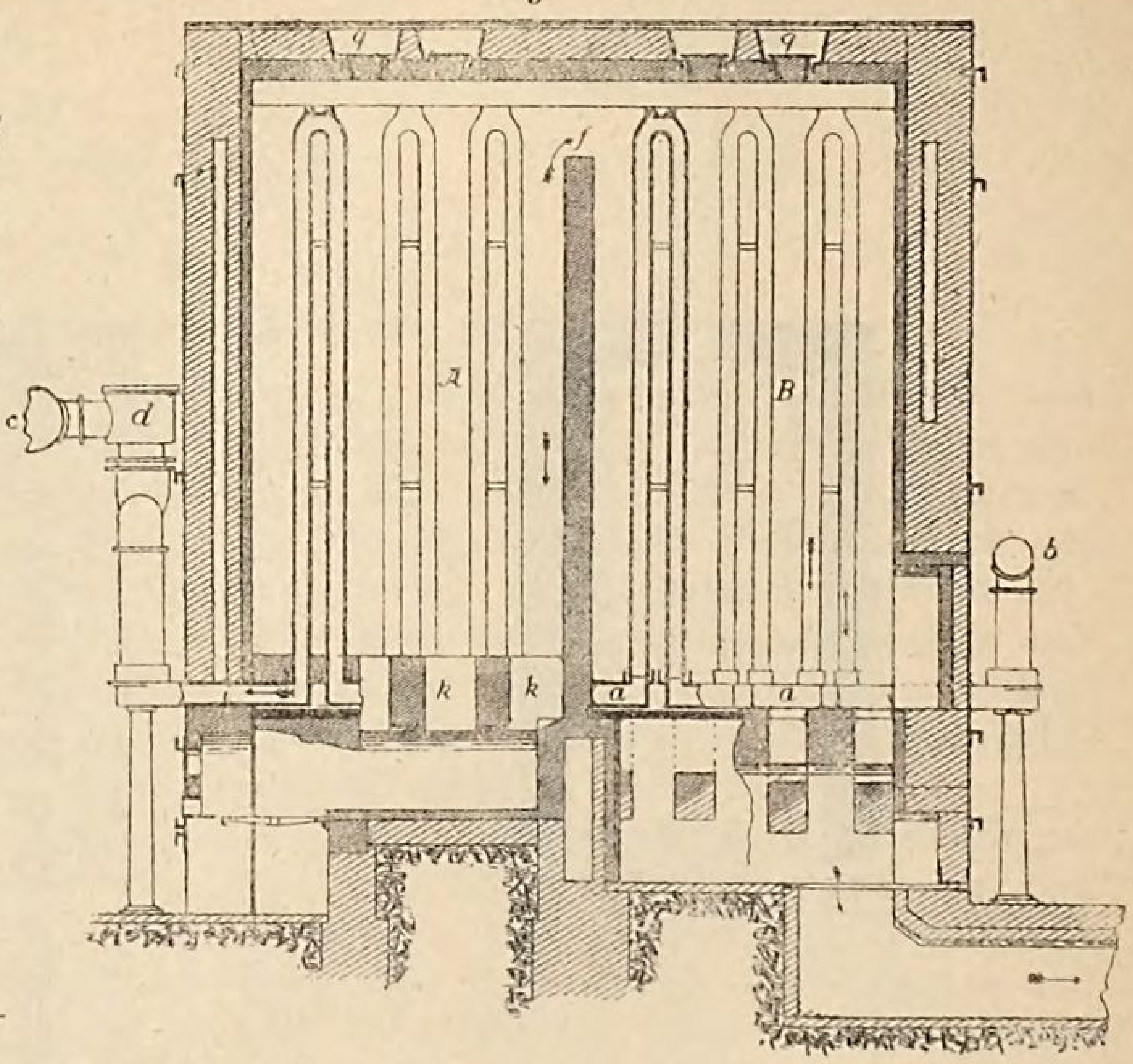


Fig. 5588.



Gjer's Winderhitzungs-Apparat.

Der grösste Mangel der eisernen Apparate ist die unvollkommene Widerstandsfähigkeit des Gusseisens gegen hohe Temperaturen, welche dem Grade der Erhitzung die Grenze setzt.

Frei von diesem Mangel sind die Steinapparate, von denen der Whitwell'sche hier näher besprochen werden soll. Fig. 5589 u. 5590.

In seiner jetzigen verbesserten Form bildet er eine 13—16^{m} hohe aus feuerfesten Steinen gemauerte Kammer von 6—7$^{1}/_{2}$^{m} Durchmesser, die aussen in einen Blechmantel eingekleidet ist.

Wie bereits erwähnt, theilt sich der Betrieb solcher Apparate in zwei Phasen. Erstens in das Ausheizen der Kammer, zweitens in das Durchleiten des Windes.

Beim Ausheizen tritt das durch den Canal *k* zugeleitete Gichtgas durch das geöffnete Ventil *v* in den Raum *a* und zieht hinauf, sich hier über den ganzen Querschnitt des Segmentes ausbreitend, fällt durch die engen Canäle *b*, wendet sich dann wieder in *c* nach oben, um schliesslich abermals durch die Canäle *d* nach unten zu fallen, von wo es, das Ventil *e* passirend in den Schornstein zieht. Die Zeit des Ausheizens dauert 2 bis 4 Stunden und es sind während derselben das Gasventil *v* und das Essenventil *e* geöffnet, das Heisswindventil *h* und der Kaltwindschieber *w* aber geschlossen. Sind die Wände des Apparates genügend heiss, so schliesst man sowohl das Gas- wie auch das Essenventil und öffnet den Kaltwindschieber *w* und das Heisswindventil *h*. Der Wind durchzieht jetzt den Apparat in umgekehrter Richtung des früheren Gasstromes und tritt bei *h* in die Heisswindleitung.

Wie man sieht, vermag ein einzelner Apparat keinen constanten Strom heissen Windes zu liefern und es müssen daher für jeden Hohofen mindestens zwei (gewöhnlich drei bis vier) solcher Apparate aufgestellt werden, wovon dann immer einer oder zweie auf Gas, der andere auf Wind eingestellt ist. Auch diese Art der Apparate bedarf einer zeitweisen Reinigung. Dieselbe wird durch Her-

ablassen von beschwerten Bürsten durch Gewölbelöcher in die Canäle ausgeführt. Der Gichtstaub sammelt sich dann im untersten Theile des Apparates und wird durch an den Stutzen *s* angebrachte Mannlöcher ausgeholt. Der Cowperapparat, welcher der älteste (aber jetzt ebenfalls sehr verbesserte) Steinapparat ist, unterscheidet sich von dem beschriebenen dadurch, dass er statt der vielen Canäle ein Gitterwerk aus feuerfesten Ziegeln hat. So wie beim Whitwell tritt das Heizgas in einem Zug von grösseren Querschnitt nach aufwärts, vertheilt sich oben auf die ganze Fläche und durchsetzt beim Herabgehen das Ziegelgitter.

Fig. 5589.

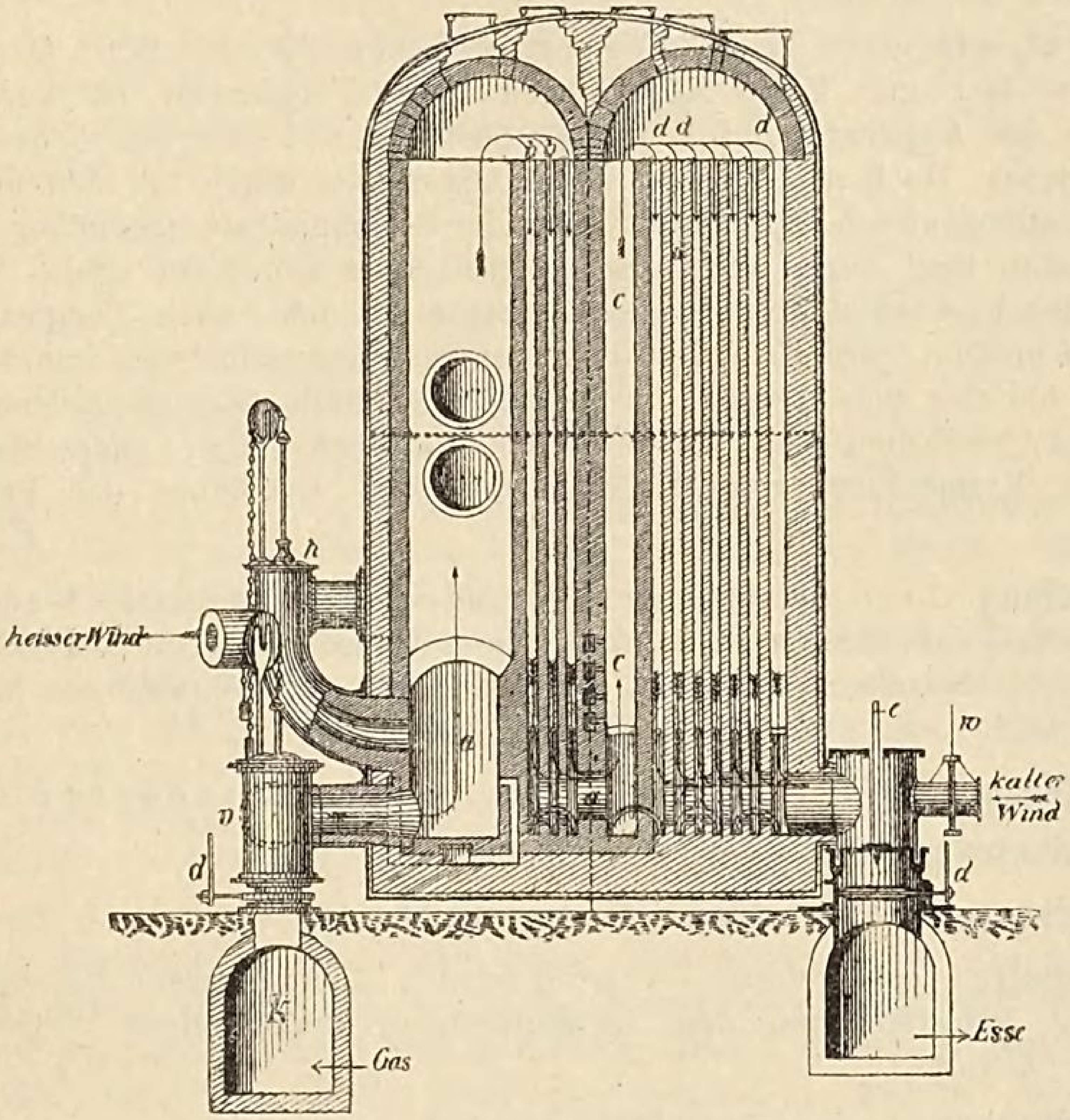
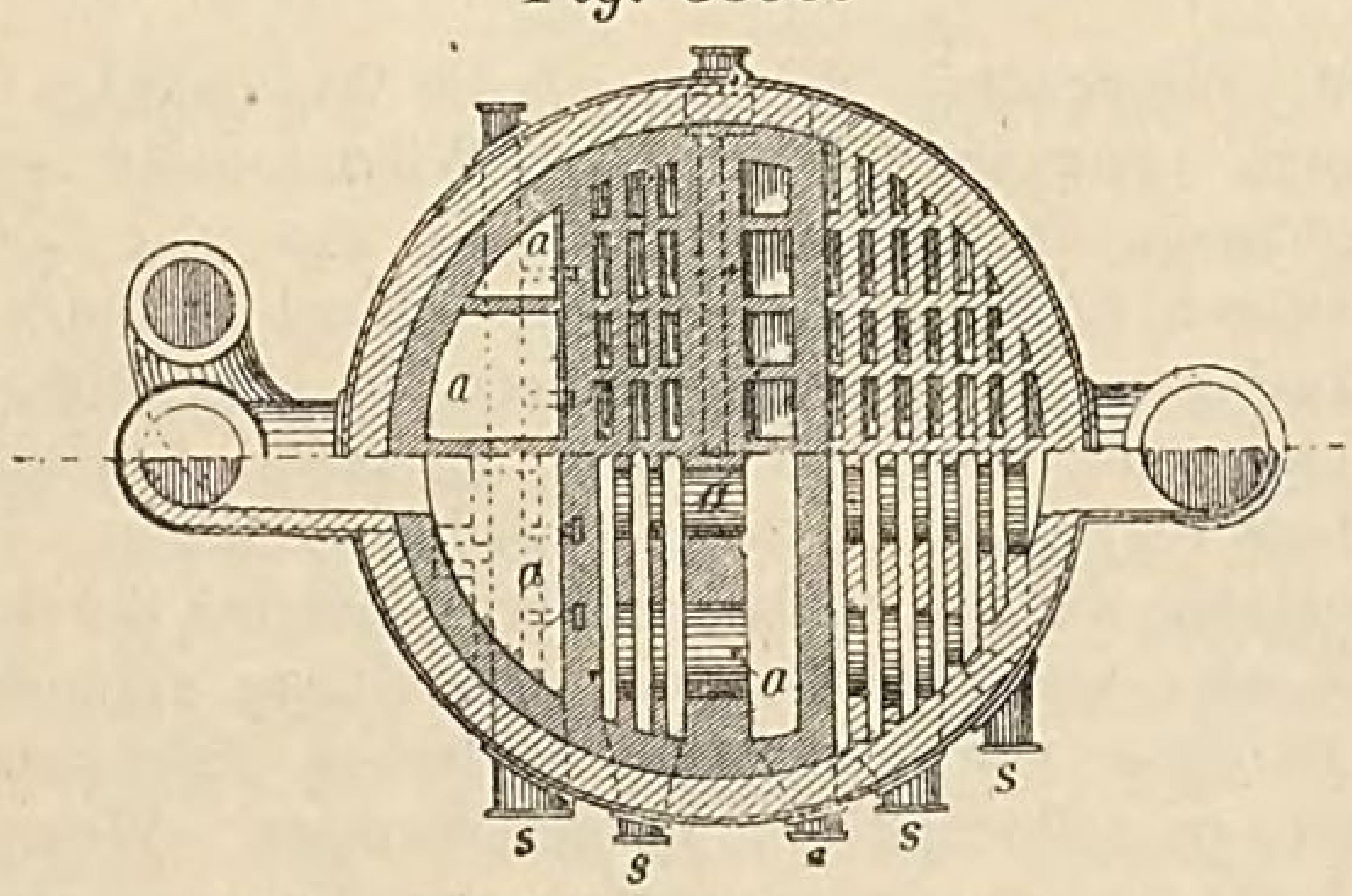


Fig. 5590.



Whitwell's Winderhitzungs-Apparat.

In der äusseren Form sind sich die beiden Apparatsysteme sehr ähnlich, ebenso ist die Anordnung der Wind- und Gasventile bei beiden ganz gleich.

Es soll hier noch einiges über die Leistung der eisernen und der steinernen Apparatsysteme gesagt und damit ein Vergleich zwischen beiden gezogen werden.

Der Effect der eisernen Apparate hängt (genügende Heizgasmenge vorausgesetzt) von der auf einen Cubikmeter in der Secunde zu erhitzender Gebläseluft vorhandenen Heizfläche ab. Bei alten, minder guten Apparatsystemen muss man 3□m Heizfläche pro 1cbm per Minute eingeblasener Gebläseluft rechnen und erreicht dann Temperaturen von 350 bis 450° C. Bei gut eingerichteten Apparaten (Giers) reichen 2·5□m Heizfläche aus und die erreichbare Temperatur schwankt zwischen 500 bis 600° C. Die eisernen Winderhitzungsapparate geben einen constanten Strom von Gebläseluft, deren Temperatur fast gar nicht schwankt. Die Anlagekosten stellen sich vis-a-vis denen der Steinapparate auf $^2/_3$. Dafür bedürfen die eisernen Apparate zeitweiser Reparaturen, verursacht durch das Rissigwerden der Rohre.

Die Steinapparate lassen Temperaturen von 800 bis 900° C. erzielen und verursachen fast gar keine Reparaturen. Die Temperatur ist kurz nach dem Umsteuern des Apparates auf Wind am höchsten und fällt bis wieder zum Beginn des Ausheizens. Doch sind diese Schwankungen namentlich bei den neuen grossen Apparaten unbedeutend. Ein Hauptvorzug der Steinapparate gegenüber den eisernen Rohrapparaten liegt darin, dass die ersteren stets winddicht sind. Während die vielen Rohverbindungen der eisernen Apparate in den hohen Temperaturen nach kurzer Zeit undicht werden, und zu bedeutenden Windverlusten Veranlassung geben, kann dies bei den von Aussen durch eine Blechhülle abgeschlossenen Steinapparaten nicht geschehen und es gewähren dieselben daher: äusserte Oekonomie im Coaks, Vermeidung von Windverlusten und Erhöhung der Production an Roheisen. *E. Vorbach.*

Windfang (*tambour de porte — wind-screen*), verglaste Wand mit Thür, um den Luftzug abzuhalten, z. B. hinter einer Hauseingangsthür, oder im Corridor. Dort, wo viel Menschenverkehr ist, wird die Thür des Windfanges hin- und hergehend gemacht. S. Art. Thür IX pag. 457. *Grohm.*

Windform (*tuyère — twyer*) Form, s. Eisenerzeugung III pag. 17.

Windheizapparate, s. Winderhitzungs-Apparate.

Windkessel, s. Pumpen VII pag. 112—118.

Windlatte (*contre-latte — wind-beam*), schräg über die Sparren eines Dachstuhles befestigt, um den Längenverband herzustellen. Siehe Dach II pag. 467. *Grohm.*

Windleitung, s. Gebläse III pag. 724

Windmesser, s. m. Anemometer, s. d. I pag. 146.

Windmotoren (Windräder). Wenngleich die Windmühlen in der holländischen oder deutschen Form unzweifelhaft zu den Windmotoren gehören, so versteht man unter Windmotoren doch gewöhnlich nur die seit der Weltausstellung in Philadelphia in weiteren Kreisen bekannt gewordenen Windräder, sowie die meist horizontalen Windturbinen. Die letzteren befinden sich bisher noch so sehr im Versuchsstadium und sind noch so wenig zu einer feststehenden Construction gelangt, dass sie hier füglich übergangen werden können. Die Windräder nach amerikanischem Systeme dagegen haben in verschiedenen durchgebildeten Systemen gute Aufnahme und eine stetig wachsende Verbreitung gefunden. In Folge dessen sind diese Constructionen von mehreren deutschen Fabrikanten adoptirt; doch fehlt es auch nicht an selbständigen Verbesserungen. Wenn im Folgenden von Windmotoren die Rede ist, so sind darunter nur die sogenannten amerikanischen Windräder verstanden.

Das wesentliche Merkmal der Windmotoren ist, dass sie anstatt der bisher gebräuchlichen 4 bis 6 Flügel von geringer Breite und bedeutender Länge ein aus Leisten gebildetes Rad haben, welches einen Kreisring bildet mit einer Aussparung von beiläufig $^1/_3$ des Durchmessers.

Die wesentlichen Fortschritte in der Construction der Windmotoren bestehen darin:

1. Dass sich das Windrad nach der Stärke des Windes selbstthätig regulirt;

2. dass die Einstellung in die Richtung des Windes selbstthätig erfolgt;

3. dass die Reibungsarbeit durch rationelle Construction vermindert ist.

Zur Erreichung des ersten Punktes sind drei Hauptsysteme in Gebrauch, welche den Windmotoren ihren besonderen Charakter verleihen, es sind dies:

A. Das Centrifugal-Regulator-System (Halladay). Die Regulirung geschieht durch die Centrifugalkraft einiger mit dem Rade rotirender Gewichte in der Weise, dass die einzelnen Segel, welche um eine Achse drehbar sind, parallel der Windrichtung gestellt werden. Diese Achsen bilden ein in der Radebene liegendes Polygon.

B. Das Eclipse-System (Corcoran). Die Regulirung geschieht dadurch, dass sich das Rad, welches ein geschlossenes Ganzes bildet, aus der Richtung senkrecht zur Richtung des Windes herausdreht und sich der Windrichtung parallel stellt. Dies wird bewirkt durch:

a) eine besondere Regulator-Windfahne,

b) durch excentrische Anordnung.

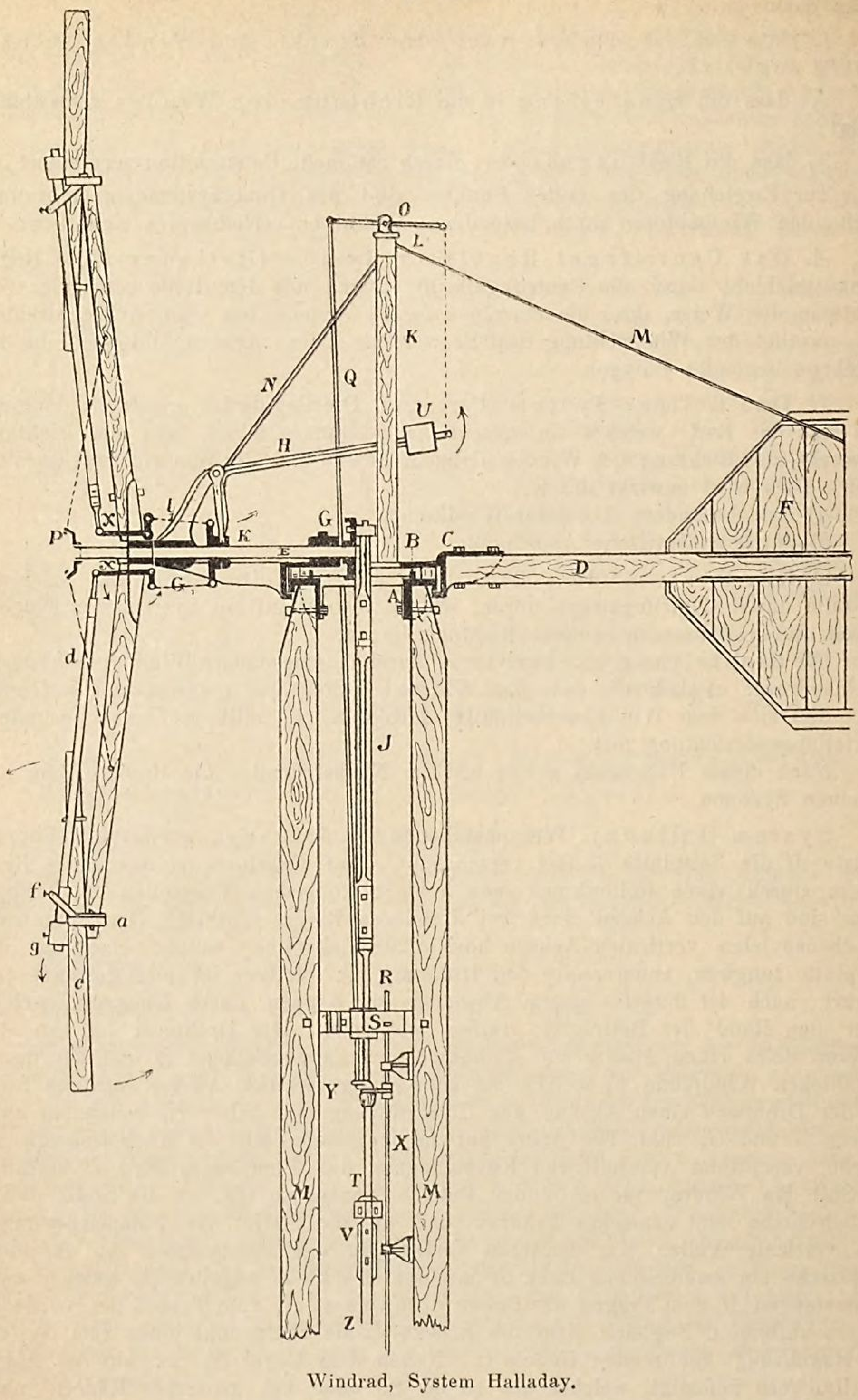
C. Das System Ultra-Standard (Reinsch). Die Regulirung geschieht ebenfalls durch Centrifugalregulatoren, welche jedoch auf ein System von Flügeln wirken, deren Achsen in radialer Richtung liegen.

Die Einstellung wird bewirkt: *a*) durch eine besondere Windfahne, *b*) durch die Windrose, *c*) dadurch, dass das Windrad hinter dem unterstützenden Gerüst rotirt und sich dem Winde selbstthätig darbietet. Es fällt dann eine besondere Einstellungsvorrichtung fort.

Nach dieser Uebersicht geben wir im Nachstehenden die Beschreibung der einzelnen Systeme.

System Halladay. Wie umstehende Fig. 5591 zeigt, ist mit dem Thurmgerüste *M* die Bettplatte *A* fest verschraubt. Auf derselben ist das ganze Radsystem durch einen Rollenkranz von 5 bis 8 konischen Tragrollen *B* drehbar. Diese sind auf den Achsen eines frei drehbaren Ringes befestigt. Der Ring trägt auf ebensovielen verticalen Achsen horizontale Leitrollen, welche einerseits die Bettplatte tangiren, andererseits den Drehtisch *C*; letzterer ist somit getragen und geführt, auch ist derselbe gegen Abwehen und Kippen durch Knaggen, welche unter den Rand der Bettplatte greifen, gesichert. Der Drehtisch hat an der hinteren Seite einen Ansatz zur Aufnahme des Fahnenbalkens *D* und der daran befindlichen Windfahne *F*, welche die Einstellung bewirkt. An der vorderen Seite hat der Drehtisch einen Ausbau zur Unterstützung der Achse *E*, welche in zwei Lagern *G* und G_1 ruht. Die Achse hat an der einen Seite die Kurbelscheibe, an welche vermittelst verstellbaren Kurbelfingers das Pumpengestänge *J* befestigt ist. Soll das Windrad für rotirenden Betrieb dienen, so tritt an die Stelle dieser Kurbelscheibe ein conisches Zahnrad und an die Stelle des Pumpengestänges eine verticale Welle. Zur besseren Vertheilung der Spannungen ist auf dem Drehtische ein zweibeiniger Bock *K* mit der Brücke *L* angebracht, welcher zwei Spannstangen *M* zum Tragen der Fahne *F* und zwei, *N*, zum Tragen des vorderen Lagers aufnimmt. Zugleich dient die Brücke *L* als Stützpunkt eines zum System der Regulirung gehörenden Hebels *O*. Neben dem Lager G_1 ist auf der Achse der Radstern befestigt, welcher die (6 bis 8, oder bei grösseren Rädern noch mehr) Speichen *W* des Windrades aufnimmt. Die Speichen sind mit Stangen und der auf dem Ende der Achse *E* befindlichen Spannscheibe *P* verstärkt. An ihrem Ende tragen sie Lager, welche gleichsam die Eckpunkte des Radpolygons bilden und dem Bohlenstücke *a* zur Stütze dienen, welches die Grundlage eines

Fig. 5591.



Windrad, System Halladay.

Flügelsegmentes bildet. Dasselbe wird aus den Leisten *c* gebildet, welche nach aussen und innen nochmals durch Querleisten gehalten sind. Dadurch, dass sich der Flügel in der Richtung der Pfeile bewegt, um sich im äussersten Falle parallel

der Achse E zu stellen, wird die Regulirung, resp. die Ausserbetriebsetzung des Windrades bewirkt. Das System dieser Regulirung ist Folgendes: Mit dem Windrade rotiren die an den Stangen d befestigten Gewichte g, für jeden Flügel ein Gewicht. Diese Stangen sind durch Charnierhebel f mit dem Rade a verbunden, an dem anderen Ende greifen sie an den Winkelhebel x an, dessen Drehpunkt mit dem Radsterne fest verbunden ist. Der kurze Hebelarm ist durch die Stange l, mit der Gleitkuppelung K verbunden. Diese Kuppelung rotirt mit der Achse E, ist aber durch Keilnuthe der Länge der Achse nach verschiebbar und trägt einen Kuppelungsring, mit welchem der Winkelhebel H mit dem Gegengewichte U verbunden ist. Die Centrifugalkraft sucht nun die Gewichte g nach aussen zu treiben, während, wie sich aus der Hebelcombination ergibt, das Gewicht U dieselben nach innen zu bringen sucht. Ueberschreitet die Geschwindigkeit des Rades ein gewisses Mass, so tritt Bewegung des ganzen Systemes ein, sowie es durch die Pfeile angedeutet ist, die Centrifugalkraft hebt das Gewicht U.

Nennen wir C die Centrifugalkraft, G das in einen Punkt concentrirt gedachte Centrifugalgewicht, g die Beschleunigung der Schwere $= 9{\cdot}81^{m}$ und v die Umfangsgeschwindigkeit des Centrifugalgewichtes, dann ist:

$$C = \frac{G\,v^2}{g\,r} = \frac{4\,\pi^2\,n^2\,G\,r}{3600\,.\,9{\cdot}81} = 0{\cdot}102\,\frac{v^2\,G}{r}.$$

Es ist nun Gleichgewicht vorhanden, wenn

$$P\,.\,L = \frac{0{\cdot}102\,v^2\,G}{r} = \frac{\pi^2\,n^2\,G\,r}{900.9\cdot 81}\ \text{ist}$$

$$\frac{\pi^2}{9{\cdot}81}\ \text{ist nahezu} = 1,\ \text{also}$$

$$C = \frac{n^2\,r\,G}{900} = P\,L\ \text{und}$$

$$n^2 = \frac{900\,.\,P\,L}{G\,r}$$

Hiernach ist die Regulirung leicht zu bewerkstelligen und die Umdrehungszahl, durch Wahl der Grösse P, L, G und r feststellbar.

Mit dem Systeme der Selbstregulirung ist eine Vorrichtung zur jederzeitigen willkürlichen Ausrückung der Flügel verbunden. An dem Gewichte U ist eine Verbindung zum Hebel O angebracht, von welchem aus ein Drahtzug Q zu dem unten befindlichen Standpunkte des Wärters führt. Durch Anziehen des Drahtzuges wird das Gewicht U gehoben und damit dieselbe Bewegung erzielt, welche nach der früheren Darstellung durch die Centrifugalkraft der Gewichte g bewirkt wird. Das Resultat ist ebenfalls ein Ausrücken der Flügel aus dem Winde und somit Stillstand des Rades.

Damit nun aber bei der Einstellung weder eine Verdrehung des Pumpengestänges noch ein Verwickeln des Drahtzuges erfolgt, ist noch eine besondere Vorrichtung erforderlich. Dieselbe besteht für das Pumpengestänge in einer Kuppelung nach Fig. 5592, welche eine Rotation der Stange R gestattet, während die Stange Z in ihrer Lage verbleibt. Um die richtige Lage des Zugdrahtes zu erhalten, ist bei S, Fig. 5591, eine Büchse angeordnet, welche die quadratische Stange R umschliesst und nebenan eine Oeffnung für den Draht hat. Die Stange R geht ebenfalls quadratisch durch die Hülse Y, welche an der Auf- und Abwärtsbewegung des Gestänges nicht theilnimmt. Durch die Stange X, welche die Fortsetzung des Drahtzuges bildet, kann nun jederzeit das Gewicht U gelichtet werden, wodurch das Windrad ausgerückt wird. Fig. 5593 a b c.

Die Stange X kann auch mit irgend einer selbstthätigen Ausrückung verbunden werden, etwa mit einer Schwimmervorrichtung, wenn es sich darum handelt, einen Wasserbehälter bis zu einer bestimmten Höhe zu füllen.

Die Regulirung der Windmotoren mit rotirendem Betriebe geschieht in derselben Weise, nur hat man, um dem Räderpaare auszuweichen, zwei Stangen mit Kreuzstück anzuordnen.

Fig. 5592.

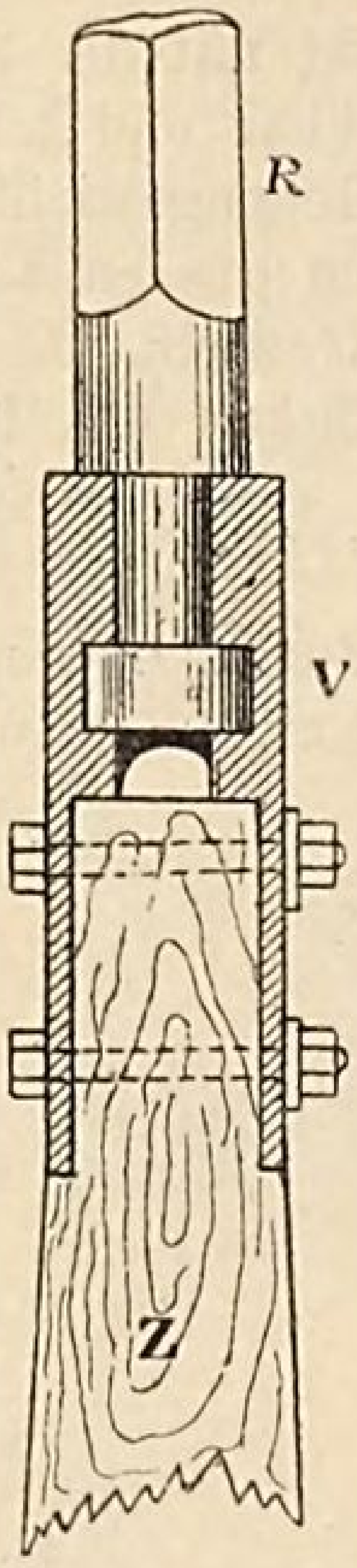


Fig. 5593 a.

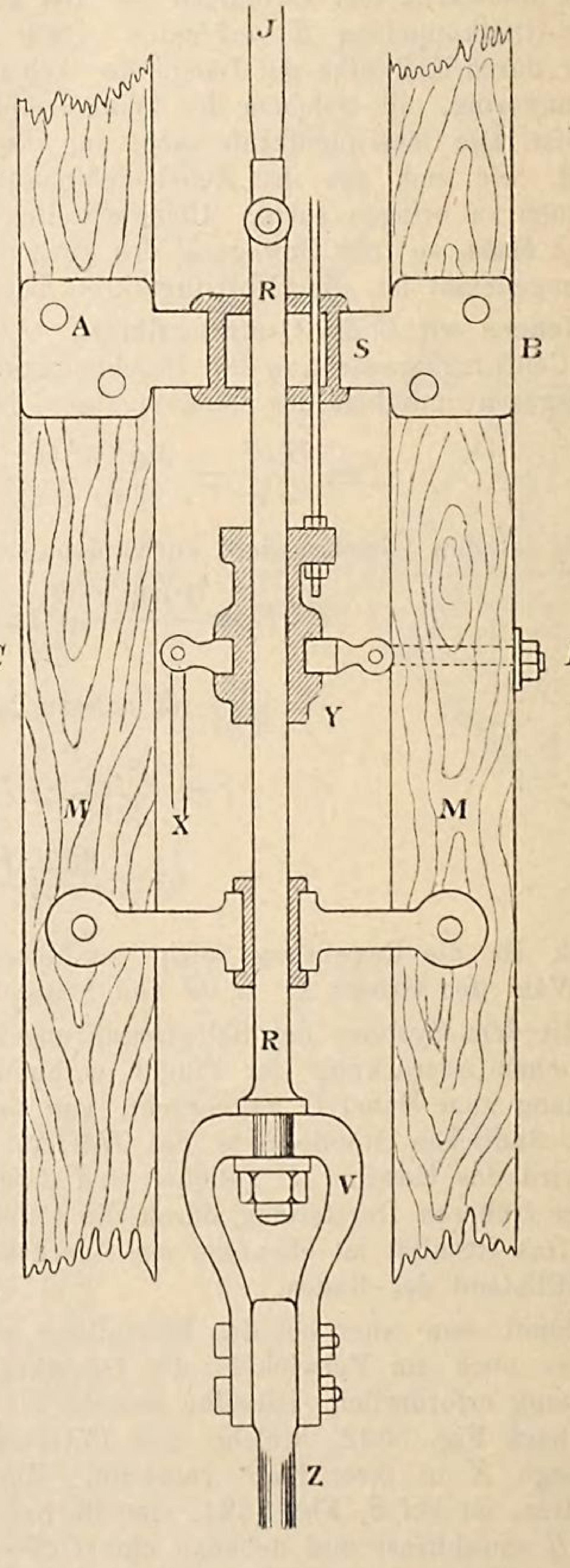
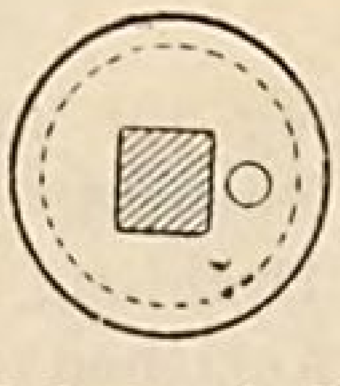
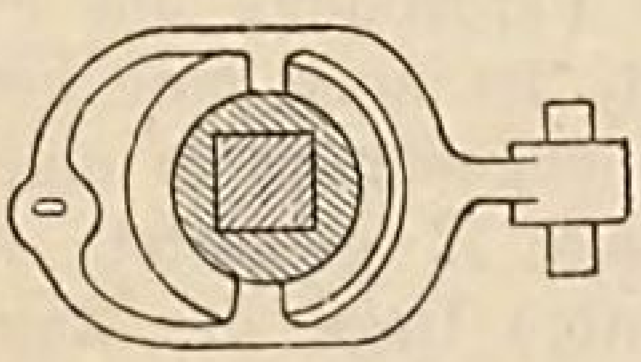


Fig. 5593 b.



Schnitt *A B*.

Fig. 5593 c.



Schnitt *C D*.

Bei Rädern über 5^m Durchmesser wendet man gewöhnlich Doppelflügel an, welche in zwei Kreisringen angeordnet sind. Die beiden radial hinter einander liegenden Flügel werden durch eine Stange verbunden, welche das Centrifugalgewicht trägt. Von dem Endpunkte dieser Stange geht dann die Stange *d*, wie in Fig. 5591 zum Regulirungsapparate.

Die Grössen der Räder sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt (s. pag. 719). Bezüglich der in dieser Tabelle angegebenen Leistungen sei jedoch

Tabelle der Halladay-Windräder.

Nro.	Anzahl d. minutl. Umdrehungen	Durchmesser des Flügelrades in engl. Fuss	Durchmesser des Flügelrades in Meter	Hubhöhe *mm*			Gewicht in Kilogr.	Pferdekräfte bei 7m Windgeschwindigkeit	Preis in Mark *pp*
				A. Für Pumpenbetrieb. 1. Einfaches Rad (alternirend).					
1	65	8	2·44	89	—	114	200	1/2	400
1 1/2	60	9	2·74	89	—	114	220	5/8	440
2	60	10	3·05	102	—	227	225	3/4	470
2*a*	60	10	3 05	—	254	—	225	3/4	500
3	55	12	3·66	127	152	203	375	1	580
3*a*	55	12	3·66	—	305	—	375	1	760
4	50	13	3·96	127	152	203	435	1 1/2	870
5	45	13	4·27	152	203	254	720	2	1000
				2. Doppelrad.					
6	40	16	4·88	203	228	305	925	2 1/2	1575
7	40	18	5·49	203	228	305	1010	3 3/4	1800
8	35	20	6·10	254	305	381	1250	4 1/2	2300
8 1/2	30	22	6·70	254	305	381	1410	5	2400
9	25	25	7·62	254	305	381	1750	6	3200
9 1/2	25	28	8·53	305	381	457	1860	7	3600
10	20	30	9·14	305	381	457	1935	8	3700
				B. Für Maschinenbetrieb (rotirend).					
3	55	12	3·66	—	—	—	445	1	1000
4	50	13	3·96	—	—	—	625	1 1/2	1350
6	40	16	4·88	—	—	—	1090	2	1800
8 1/2	30	22	6·71	—	—	—	1500	5	3200
9	25	25	7·62	—	—	—	2315	6	4000
10	20	30	9·14	—	—	—	2595	8	4500
11	15	36	10·97	—	—	—	3500	12	6600
12	12	40	12·19	—	—	—	4785	18	8500
13	12	50	15·24	—	—	—	—	28	16000
14	10	60	18·29	—	—	—	—	40	19000

erwähnt, dass die Angaben bedeutend reducirt werden müssen, da bei uns nur auf durchschnittlich 4^m Windgeschwindigkeit gerechnet werden kann. Es wird diese Angelegenheit zum Schlusse des Artikels näher erörtert.

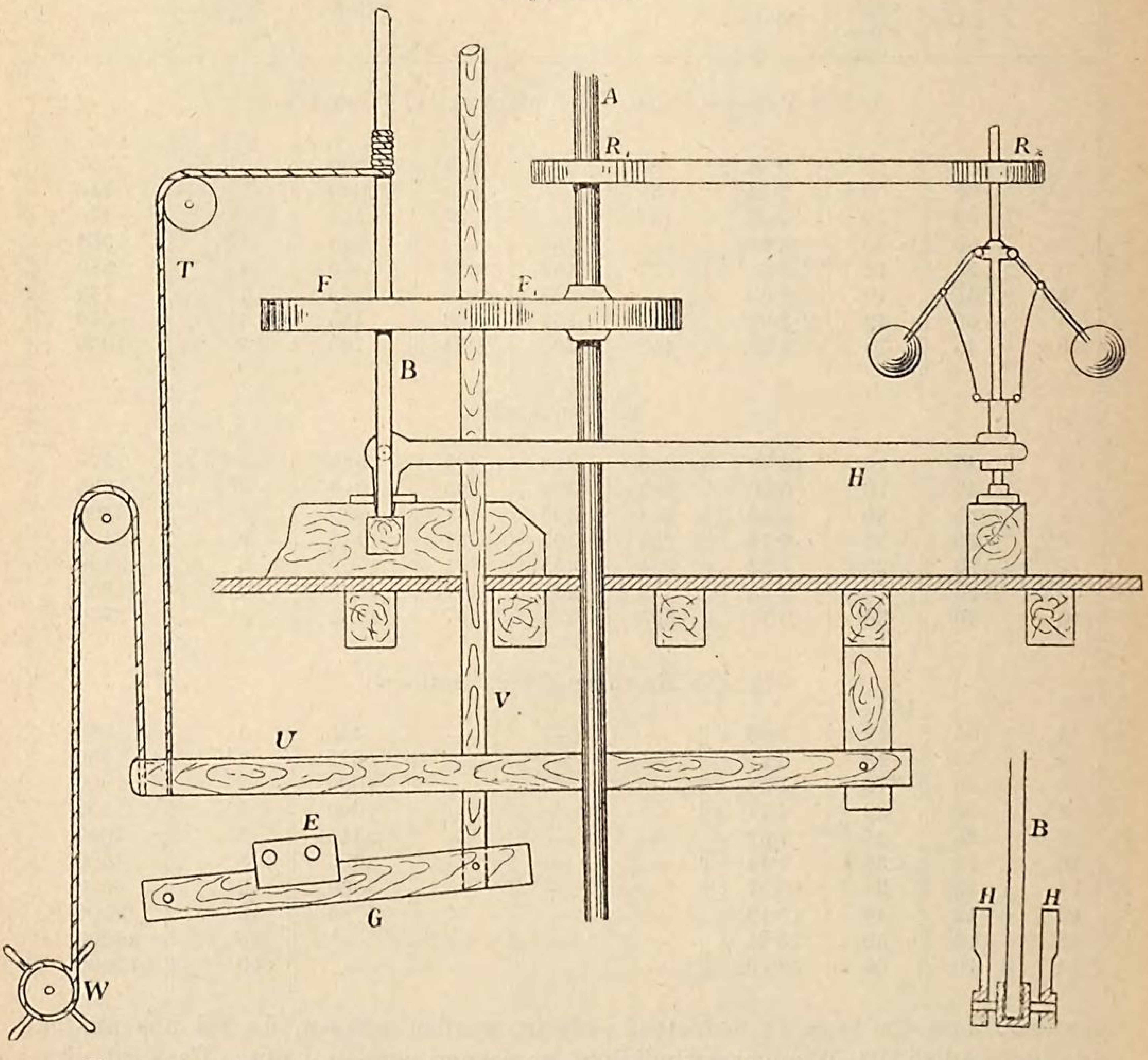
Die in der Abtheilung *A* aufgeführten Windmotoren dienen zum Pumpenbetriebe und sind von 16′ engl. ab Doppelräder. Bei der Abtheilung *B* ist wegen der Rückwirkung der conischen Zahnräder ein Bestreben des Drehtisches vorhanden, die Fahne in den Wind zu drehen. Zur Verhinderung dieser Drehung gibt man wohl der Windfahne von vorherein eine Neigung gegen die Ebene des Windrades, oder man wendet eine Klinkvorrichtung an, welche die Zurückdrehung des Drehtisches verhindert, die sich aber aushebt, wenn bei umschlagendem Winde eine besondere Fahne die Sperrvorrichtung löst, wodurch sodann der Drehtisch der veränderten Windrichtung folgen kann.

Bei grösseren Windmotoren dient zur Einstellung zweckmässiger die an den holländischen und deutschen Windmühlen vielfach verwendete Windrose, bei welcher eine Einwirkung der rückwirkenden Kraft wegen des erheblichen Uebersetzungsverhältnisses kaum zu befürchten ist.

Bei Windmotoren mit rotirendem Betriebe, besonders bei den grösseren Sorten, wird auch wohl von der beschriebenen Regulirung Abstand genommen und ein

Wattscher Centrifugalregulator in nachstehender Anordnung verwendet, Fig. 5594: *A* Königswelle, R_1 R_2 Riemscheiben zum Betriebe des Regulators, von dessen Hülse der zweitheilige Winkelhebel *H* gehoben wird. Dieser trägt an seinem anderen Ende einen Spurtopf, so dass die Welle *B* mit der Frictionsscheibe *F*

Fig. 5594.



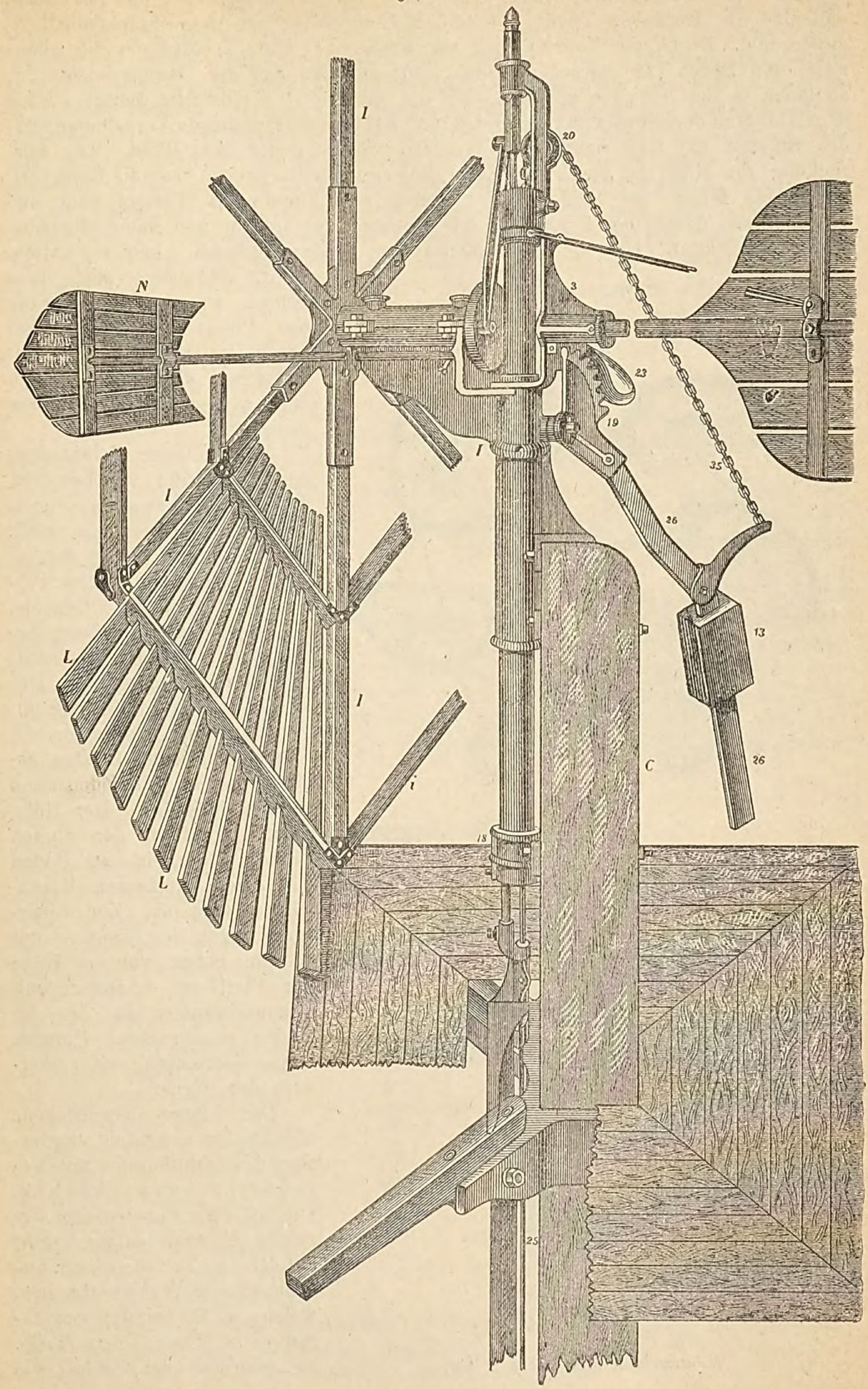
an F_1 der Königswelle gedrückt wird und rotirt. Hierdurch wickelt sich das Seil *T* auf, hebt den Hebel *U* und damit die Stange *V*, welche zu den Stellstangen der Flügel geleitet ist. Die Winde *W* dient zum Reguliren von Hand, *G* und *E* zum Ausbalanciren.

Das Eclipse-System. Die Räder des Eclipse-Systemes bilden ein Ganzes und sind fest ineinander gefügt. Die Regulirung ist einer besonderen, seitlich neben dem Rade vorstehenden Regulirungsfahne übertragen, welche bei heftigerem Winde die Ebene des Rades in die Ebene der Windfahne zu bringen sucht. Hierdurch wird das Rad dem Einflusse des Windes mehr oder weniger entzogen, da es demselben nur seine Seitenkante darbietet.

Die Nachtheile dieses Systems gegenüber den Halladayrädern liegen darin, dass sich die Regulirung mit einem beträchtlichen Stosse vollzieht, dass sich die Abbalancirung wegen der veränderten Stellung zur Windfahne ändert und dass die Regulirung weit weniger empfindlich ist. Unbezweifelt hat dagegen das System den Vortheil, weit weniger einzelne bewegliche Theile zu besitzen.

Es ragt die Ausrückfahne *N*, Fig. 5595, über das Rad hinaus (was hier wegen der perspectivischen Ansicht weniger hervortritt), sie bewirkt bei stärkerem Winde

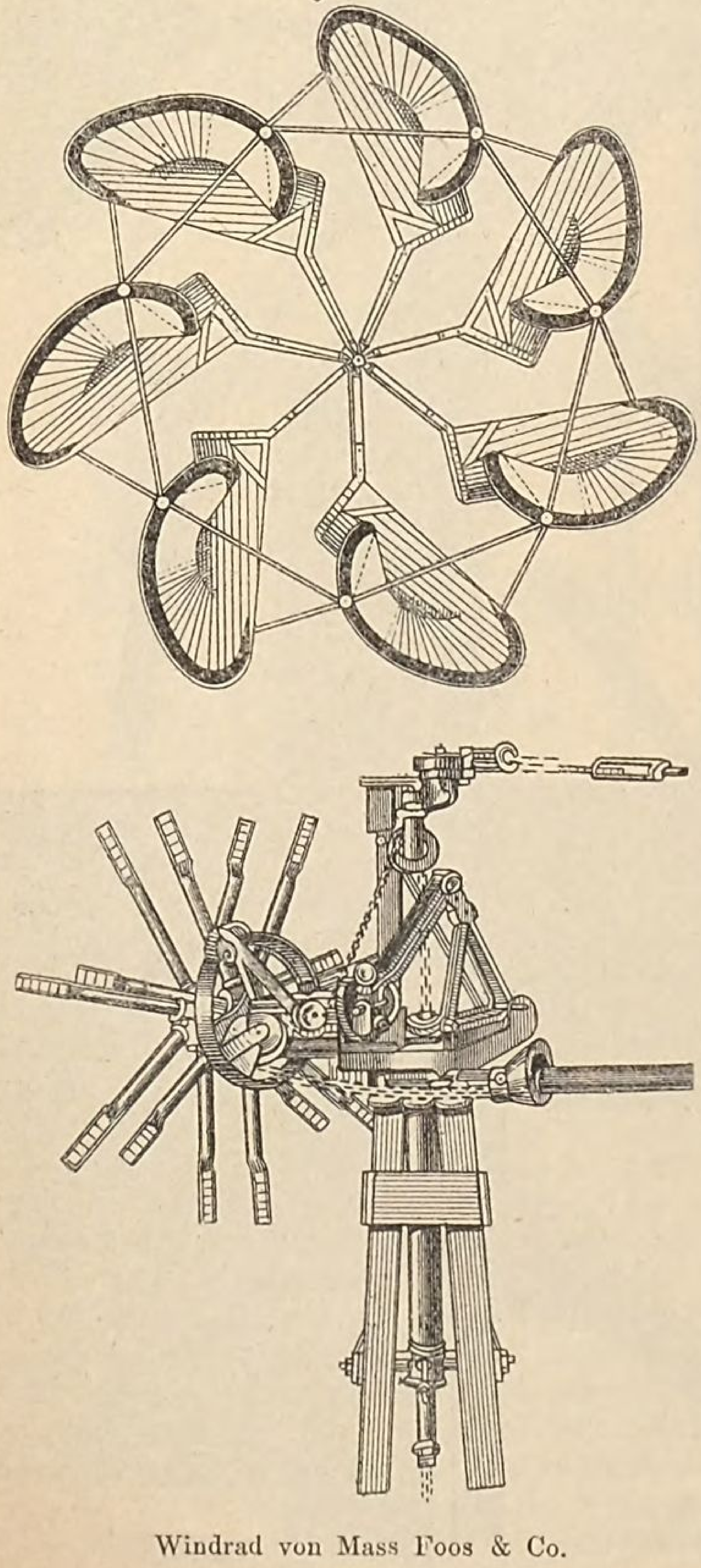
Fig. 5595.



Eclypse-System.

eine Drehung der Platte, auf welcher das Rad montirt ist, gegen dasjenige Stück, welches die Einstellfahne trägt. Die Form des Drehtisches ist hier verlassen, und sind die drehbaren Theile röhrenförmig um die gusseiserne Hauptsäule (*18*) angeordnet. Durch die Verschiebung der Stücke (*1*) und (*3*) wird der mit einem gezahnten Bogen (*19*) versehene Hebel (*26*) gehoben und das Gegengewicht (*13*) so lange in der Schwebe gehalten, als die zu grosse Windstärke dauert. Nach dem Aufhören derselben wirkt der Hebel (*26*) auf eine entsprechende Verzahnung (*23*) des Stückes (*3*) und richtet das Windrad wieder gegen den Wind. Die Ausrückung von Hand ist durch eine Kette (*35*) ermöglicht, welche über die Rolle (*20*) durch das Innere der Säule (*18*) hindurch zum Stande des Wärters geht und von hier aus durch den Draht (*25*) die Hebung des Hebels und damit die Ausrückung gestattet. Um die Dimensionen der Säule möglichst klein zu halten, ist die Zugstange nach oben gelegt, wo die Geradführung des Pumpengestänges angebracht ist. Durch geringe Abänderung wird das System auch zum rotirenden Betriebe geeignet.

Fig. 5596.



Windrad von Mass Foos & Co.

Zur weiteren Erläuterung der Fig. 5595 sei bemerkt, dass das Windrad von e i n e m Pfosten (*C*) getragen wird; eine Gusshülse mit 4 Seitenlappen umschliesst den Pfosten (*C*) und trägt 4 Console, auf welche die Plattform befestigt ist, welche den Zutritt zum Rade ermöglicht. Der Windmotor ist zwölffüssig mit geschlossenem Holzrade, die Fahnen sind aus Leisten gebildet und an schmiedeisernen Röhren befestigt. Der Holzpfosten geht in der oberen Stärke durch, ist am Boden mit einem hölzernen Kreuzstücke verzapft. Zur Sicherung gegen die Einflüsse der Stürme gehen von der Höhe der Plattform 4 Drähte mit Spannschrauben zu den im Boden angebrachten Pfosten. Diese Vorrichtung ist ausserhalb der Figur.

Der bisher beschriebene Windmotor entspricht der ersten Unterabtheilung mit b e s o n d e r e r A u s r ü c k f a h n e. Die folgende Construction der zweiten Unterabtheilung beruht auf der e x c e n t r i s c h e n Anordnung der W i n d r a d a c h s e, welche z. B. bei der Ausführung von Mass Foos & Co. so getroffen ist, dass die

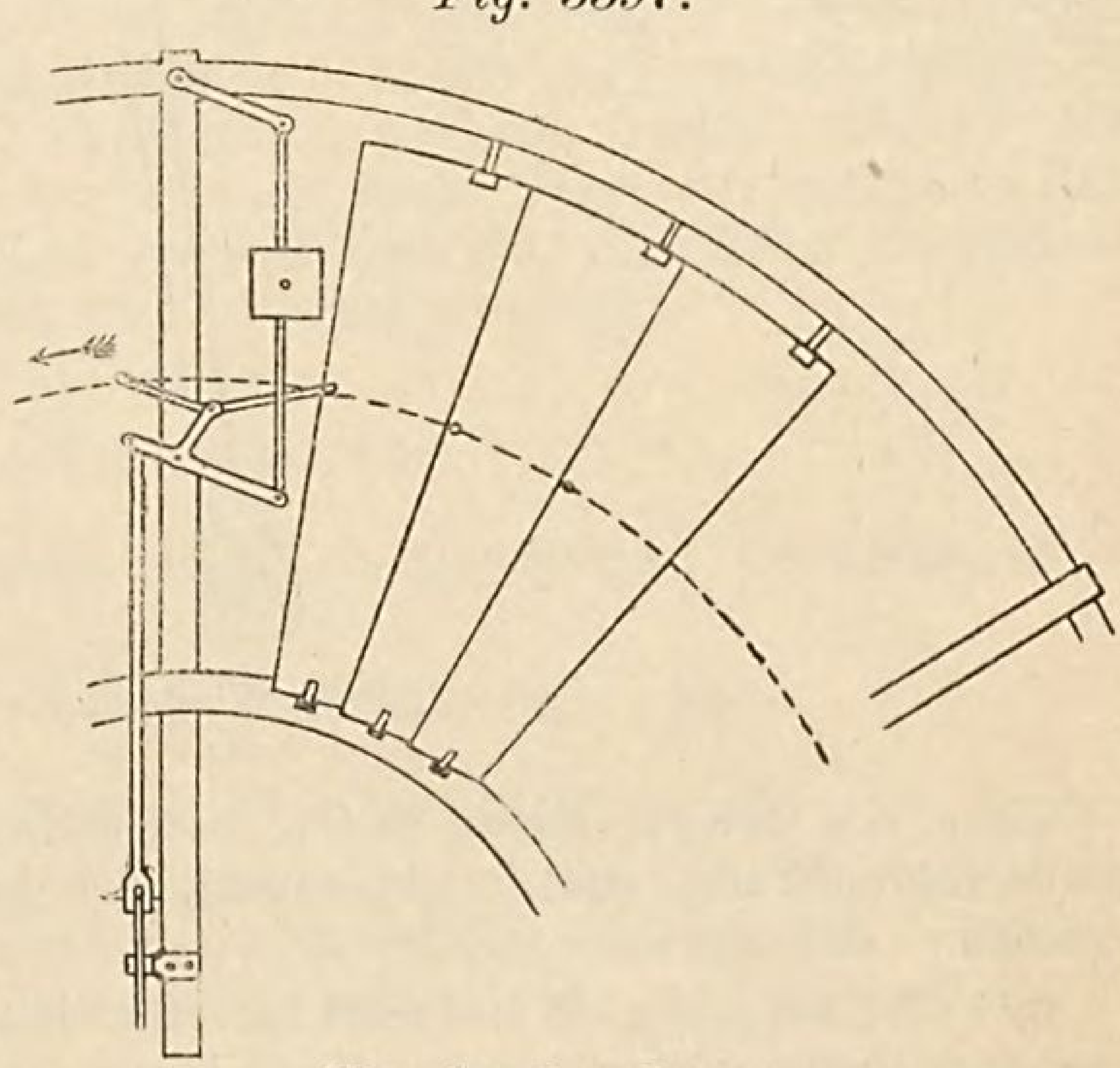
Achsenrichtung in 9 Zoll engl. Abstand an der verticalen Mittelachse vorbeizieht. Das Windrad wird durch ein Gegengewicht in der gewöhnlichen Lage erhalten. Bei stärkerem Winde wird das Windradsystem um die verticale Achse gedreht und dabei zugleich das Gewicht gehoben. Bei nachlassendem Winde dreht das Gewicht, wozu hier die Windfahne benützt wird, das Rad wieder in die normale Stellung. Durch eine besondere Vorrichtung ist die Empfindlichkeit dieser Einstellung regulirbar. Es ist nämlich die Spannstange der Windfahne an einer Säule des Drehtisches aufgehangen, welche aus der verticalen Mittelachse herausgerückt ist. Durch Verlegung des Spannstangenauflagerpunktes kann die Wirkung derselben vergrössert und verringert werden, was den umgekehrten Einfluss auf die Empfindlichkeit der Regulirung ausübt. In Fig. 5596 ist diese Säule mit der Spannstangenvorrichtung skizzirt und wird die Wirkungsweise aus derselben leicht zu ersehen sein. Aus der Figur ergibt sich auch, dass die Kurbelstange der Windmühlenachse zunächst auf einen Winkelhebel wirkt, welcher den Hub verstellbar zu machen gestattet und zugleich Raum gibt, die Kette zur Ausrückung von Hand hindurchzuführen.

Bei diesen Windmotoren ist nur Eisen verwendet mit Ausschluss allen Holzwerkes. Abweichend von den bisherigen Constructionen bestehen die Flügel aus trichterförmig gebogenen Eisenplatten, welche zur Verstärkung am Rande mit Flacheisen gesäumt und unter sich gut verspannt sind.

Die gewöhnliche Umdrehungszahl ist 30—40 pro Minute, doch lassen sich durch Verstellung der Regulirung, d. h. durch Verringerung der Excentricität der Auflagerstelle auch 60 Umdrehungen erzielen. Diese Windmotoren zeigen eine sehr sorfältige Arbeit.

Das Ultra-Standard-System. Das Windrad dieses Systemes besteht aus radial angebrachten Flügelleisten, welche mit je 2 Stiften in concentrischen Leisten lagern. Dadurch, dass sich durch die Regulirungsvorrichtung die einzelnen Leisten gegen die der Windradebene verstellen, wird die Regulirung bewirkt. Die concentrischen Auflagerleisten bilden mit den Radarmen ein festes Ganzes. Die Regulirung geschieht durch ein System von Centrifugalgewichten, ganz wie bei den Halladay-Rädern. Auch sind die Flügelleisten zwischen je zwei Radspeichen zu einem Systeme verbunden. Aus Fig. 5597 ist zu ersehen, dass die Hebelübertragung eine Verschiebung der Leisten dadurch bewirkt, dass eine auf der Mitte derselben mit Scharnieren befestigte Stange zur Seite geschoben wird. Das Centrifugalgewicht hat Parallelführung durch zwei auf den Radspeichen drehbare Hebel.

Fig. 5597.



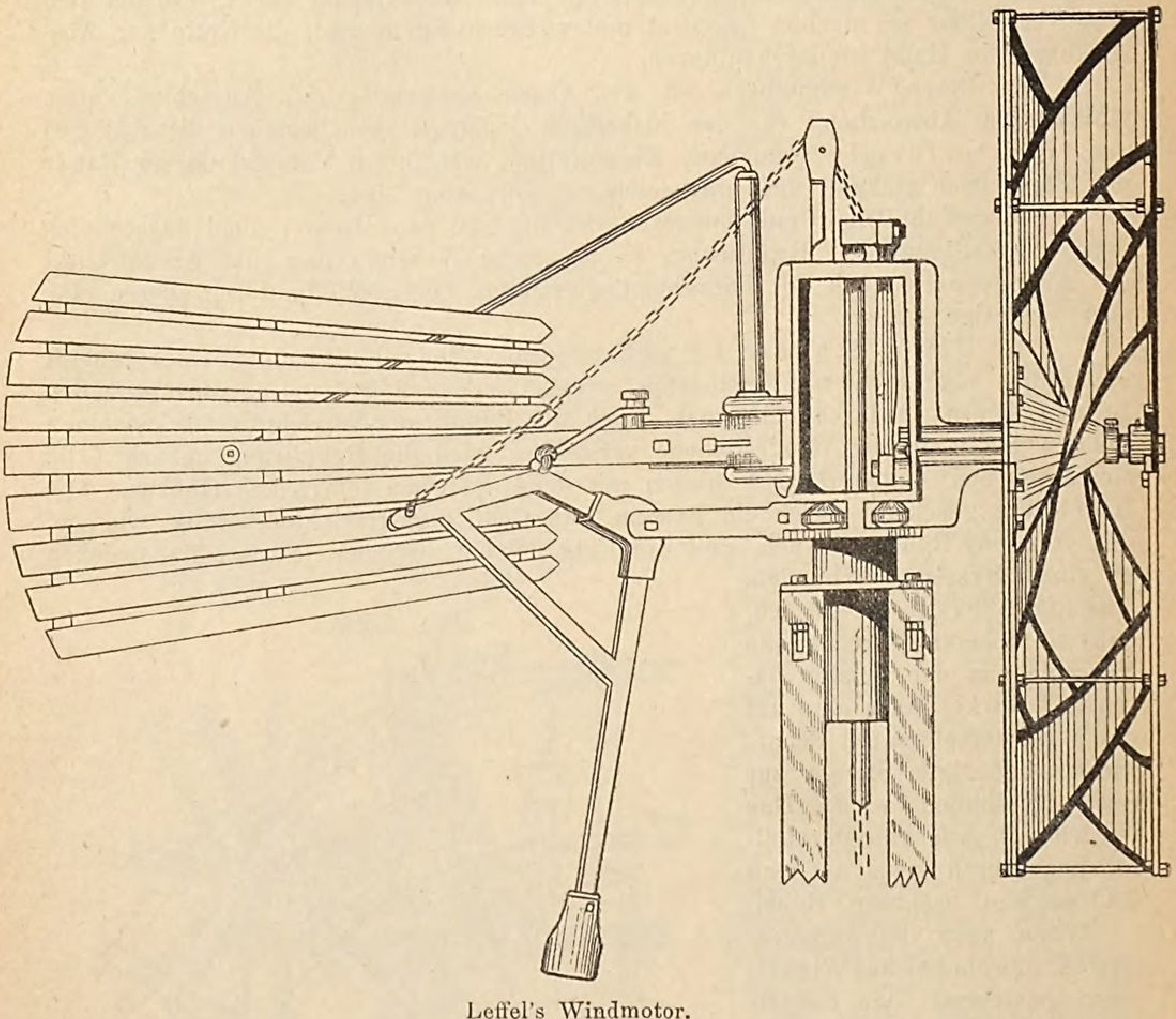
Ultra-Standart-System.

Wenn auch die Auflagerleisten, gewöhnlich aus Winkeleisen bestehend, den Flügelleisten eine bequeme Auflagerung bieten und das Rad auch ein festes Ganzes bildet, so ist doch nicht zu verkennen, dass sich dem Halladayrad gegenüber die Anzahl der einzelnen Theile erheblich vermehrt hat; die Anzahl der Drehscharniere ist vergrössert, und auch die Anzahl der Drehachsen. Hierdurch ist aber die Wahrscheinlichkeit einer Reparatur vergrössert, was bei einem so unbeständigen Elemente, wie der Wind ist, wohl zu berücksichtigen ist.

Es mögen im Nachstehenden noch einige Constructionen besprochen werden, die sich durch gewisse Eigenthümlichkeiten auszeichnen.

Leffel's Windmotor. Dieses Windrad hat Blechschaufeln, die ähnlich den Schaufeln einer Henschel'schen Turbine in dem Raume eines Cylinderringes angebracht sind. Sie sind von vorne nach hinten stetig gekrümmt, 3 Fuss engl. lang, 2 Fuss breit und von Nr. 24 Blechstärke. Das Rad besteht aus 2 Armsystemen, welche durch Bolzen gegeneinander versteift sind. Die Schaufeln gehen im stetigen Verlauf vom vorderen Armsystem zu dem rückwärts liegenden und bilden auf diese Weise die Schraubenfläche gleichsam eines flachen Gewindes. Fig. 5598 zeigt die nähere Anordnung und geht aus ihr hervor, dass das Eclipsesystem zur Verwendung gekommen ist. Die Regulirung ist ähnlich der bei

Fig. 5598.



Leffel's Windmotor.

den Rädern von Mass, Foos & Co. beschriebenen. Die Drehvorrichtung ist ebenfalls röhrenförmig und die Anordnung der Antifrictionsrollen aus der Figur zu ersehen.

Die Champion-Windmühle. Sie hat weder Windfahne noch eine anderweitige Stellvorrichtung gegen die Richtung des Windes und stellt sich dadurch ein, dass der Wind sie in der umgekehrten Weise angreift; sie stellt sich deshalb vom Winde ab, welcher das Rad erst trifft, nachdem er die Befestigungssäulen passirt hat. Die Regulirung ist wie bei der Halladay-Mühle. Ein Uebelstand dieser Windmotoren ist ihr nicht ausbalancirtes, einseitig wirkendes Eigengewicht,

sowie die Stösse, welche dadurch entstehen, dass jeder Flügel beim Umgang die vom Gerüst herrührende Windstille passirt.

Die Regulator-Windmühlen. Diese haben geschlossene Räder und erhalten ihre Regulirung durch eine besondere Fahne in Verbindung mit einem Gegengewichte. Die Regulatorfahne ist klein, aber am langen Hebelarm befestigt und steht geneigt zu der Bewegungsebene des Rades, so dass ihre Richtung mit der Richtung der Flügelleisten zusammenfällt. Das Gegengewicht ist an einem Hebel befestigt, welcher im rechten Winkel zur Fahne steht. Letztere hebt bei stärkerem Winde das Gegengewicht und dreht sich das Rad in Folge der beschriebenen Hebelcombination aus dem Wind. Die Verbindung der Hebel geschieht meist durch Schleifen; ein Universalgelenk würde jedenfalls vorzuziehen sein.

Es existiren noch zahlreiche anderer Constructionen, aber sie weichen von den vorher beschriebenen nur in Nebensachen ab. Zu erwähnen wären vielleicht noch die Doppelmühlen der Challenge Wind Mill & Co. Die durchgehende Achse derselben trägt an beiden Enden ein Rad nach dem Halladay'schen Systeme, deren Einstellung durch eine in ähnlicher Weise doppelte Windrose bewirkt wird. Ob das Doppelrad die ihm vom Fabrikanten zugeschriebenen guten Eigenschaften besitzt — doppelte Leistung der einfachen Räder — kann wohl füglich bezweifelt werden, da nicht angenommen werden darf, dass der Wind seine volle Kraft wieder erlangt hat, wenn er beim zweiten Rade anlangt.

Leistungen der Windmotoren. Ein Umstand, der der Einführung der Windmotoren sehr hinderlich gewesen ist, war die zu hoch angegebene Leistung der Windmotoren. Nach dem Vorgange der Amerikaner haben auch die hiesigen Agenten und Fabrikanten ihren Angaben über die Leistung der Windmotoren eine Windgeschwindigkeit von 7 Meter pro Secunde zu Grunde gelegt. Da diese Windgeschwindigkeit selten vorhanden ist, so leisteten die Windmotoren nur in seltenen Fällen die gewünschte Arbeit und kamen um so mehr in Misscredit, da bei den Dampfmaschinen gewöhnlich das Umgekehrte stattfindet und man meistens die nominelle Leistung derselben um ein Bedeutendes steigern kann.

Eine theoretische Feststellung der Leistungen hat aus verschiedenen Gründen grosse Schwierigkeiten wegen der Form der Flügel, der mit derselben verbundenen Wirbel, die sich durch Beobachtung nicht wohl feststellen lassen, und wegen der sehr wechselnden Windgeschwindigkeit. Es wird daher für's Erste wohl die bewährte Coulombsche Formel $N = k\,F\,v^3$ (wo $N =$ Pferdekraft, F die Flügelfläche in Quadratmetern, v die Windgeschwindigkeit in Metern pro Secunde bedeutet) zweckmässig zu Grunde gelegt. Der Coëfficient k war von Coulomb für alte Mühlen zu 0·0004 angenommen, wofür Perels mit Recht wegen der geringeren Reibung der neueren Constructionen 0·0005 vorgeschlagen hat. Eine Reihe von praktischen Versuchen hat die Brauchbarkeit dieser Formel bestätigt.

Diese Kraftformel würde also lauten:

$$N = 0{\cdot}0005\,F\,v^3$$

Da durchschnittlich eine Radfläche mit $\frac{d}{3}$ als Durchmesser frei bleibt, so ist

$$F = \frac{d^2\,\pi}{4} - \frac{d^2}{9} \cdot \frac{\pi}{4} = 0{\cdot}6981\,d^2, \quad \text{also}$$

$$N = 0{\cdot}0005 \,.\, 0{\cdot}6981\,d^2 \,.\, v^3 = 0{\cdot}00033 d^2\,v^3.$$

Hieraus ergibt sich, dass die Leistung mit dem Quadrate des Durchmessers und mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit wächst, dass also mit zu gross angenommener Geschwindigkeit ein verhängnissvoller Fehler gemacht wird.

Aus einer langjährigen Beobachtung der Windgeschwindigkeit in Cuxhaven ergibt sich eine mittlere Windgeschwindigkeit von nur $4{\cdot}38^m$ pro Secunde. Es ist deshalb angezeigt, die Leistungen der mitgetheilten Halladay'schen Tabelle um ein Erhebliches zu reduciren, und es ist rathsam für die praktische Verwendung

der Windmotoren die Windgeschwindigkeit zu 4^m anzunehmen. Es gestaltet sich dann obige Kraftformel:

$$N = 0{\cdot}00033\, d^2 v^3 = 0{\cdot}02112\, d^2, \quad \text{woraus}$$

$$d = \sqrt{\frac{N}{0{\cdot}02112}} = 6{\cdot}88 \sqrt{N}.$$

Ueber die in Amerika beobachtenden Windgeschwindigkeiten gibt Wolff eine Tabelle, in welcher die Beobachtungen von 14 Orten und im Ganzen von 145 Beobachtungsjahren zusammengetragen sind. Es ergibt sich aus derselben eine Geschwindigkeit von durchschnittlich 5769 amerikanischen Meilen pro Monat, was einer Geschwindigkeit von $3{\cdot}534^m$ pro Secunde entspricht. Da dies nahezu die Hälfte der in den Kraftangaben angenommenen Geschwindigkeit ist, so müsste die Leistung auf den achten Theil der landläufigen Angaben reducirt werden. Vergleicht man die meist in gehobenem Wasser angegebenen Leistungen der Windmotoren, so findet sich, dass dieselbe der vorstehenden Bemerkung entsprechend meist nur $^1/_5$ der in der Tabelle angegebenen Leistungsfähigkeit ist.

Aus den Angaben über Windgeschwindigkeit ergibt sich, dass bei Annahme von 4^m nur etwa 98 Tage für den Betrieb ausfallen, sowie auch, dass die ökonomisch vortheilhafteste Windgeschwindigkeit die von $6{\cdot}4^m$ ist. Entsprechend, ist dann 7^m als vortheilhafter Mühlenwind bezeichnet worden.

In der nachstehenden Tabelle sind die Leistungen der Windmotoren bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten nach der Formel $N = v^3 \,.\, F \,.\, 0{\cdot}0005$ berechnet.

Leistung in Pferdekräften.

Durchm. des Rades		Geschwindigkeit des Windes						
Fuss engl.	Meter	$v = 2$	4	6	7	8	10	
8	2·44	0.017	0·137	0·464	0·720	1·075	2·1	N
10	3·05	0.025	0·198	0·669	1·063	1·587	3·1	"
12	3·66	0.038	0·307	1·037	1·646	2·458	4·8	"
14	4·27	0.052	0·416	1·404	2·229	3·328	6·5	"
16	4·88	0.067	0·538	1·814	2·881	4·300	8·4	"
18	5·49	0.085	0·678	2·290	3·636	5·427	10·6	"
20	6·10	0.108	0·864	2·916	4·630	6·91	13·5	"
25	7·62	0.162	1·293	4.363	6·929	10·34	20·2	"
30	9·14	0.234	1·875	6·329	10·049	15·06	29·3	"
36	10·97	0.340	2·720	9·180	14·58	21·76	42·5	"
40	12·19	0.418	3·351	11·275	17·90	26·73	52·2	"
50	15·24	0.644	5·152	17·390	27·61	41·22	80·5	"

Die Windmotoren werden meistens zur Ent- und Bewässerung von Grundstücken verwendet, auch für solche Arbeiten, welche gelegentlich besorgt werden können und die gestatten, einen günstigen Wind abzuwarten. Für regelmässigen Betrieb mit beständig durchgehender Arbeit ist ihre Verwendung nicht rathsam. Jedenfalls erfordern sie dann eine zuverlässige Reservekraft, damit nicht die Unterbrechung des Betriebes den Vortheil des Windmotors in Frage stellt, der in dem fast kostenlosen Betriebe liegt.

Um die Beziehungen zwischen dem Quantum (Q) und der Förderhöhe des Wassers (h) einerseits und der Grösse des Windrades andererseits zu finden, stellen wir die Leistung des Windrades gleich der Leistung in gehobenem Wasser; hierbei wird Q um ein Viertel höher, der Verluste wegen, eingesetzt. Es ist dann:

$$N = 0{\cdot}0005\, F v^3 = \frac{Q\, h}{60\,.\,75} \quad (Q = \text{Wasserquantum pro Minute in Litern})$$

$$Q h = 1{\cdot}485\, d^2 v^3 \quad \text{für } v = 4 \text{ ist}$$

$$Qh = 95\, d^2 \quad (d \text{ Flügelraddurchmesser}),$$

$$d = \sqrt{\frac{Qh}{95}} = \text{nahezu } 0{\cdot}1 \sqrt{Qh}.$$

Die Anzahl der Umdrehungen erhält man passend, wenn man die Umfangsgeschwindigkeit der Räder am äusseren Umfange = 350 Meter pro Minute annimmt. Die Wahl der Pumpe, ob einfach oder doppelt wirkend, richtet sich nach der Länge des Gestänges und der Möglichkeit, dasselbe auszubalanciren. Die Hubgrösse ist in den meisten Fällen gegeben, da vorzugsweise die Pumpen direct mit dem Kurbelzapfen des Windrades verbunden werden. Diese gebräuchlichen Hubhöhen sind in der Tabelle angegeben.

Literatur. Perels, Dr. E., die neuesten amerikanischen Windräder für landwirthschaftl. Zwecke (Faesi & Frick, Wien). — Hollenberg, die neueren Windräder, die sog. amerik. Windmühlen (Baumgärtner, Leipzig). — Alfred Wolff, The Windmill as a prime mover (New-York, John Willy & Sons).

Hollenberg.

Windmühle, s. Windmotoren.

Windofen, s. Schmelzöfen VII pag. 722, Fig. 4007.

Windpfeifen (*évents — air holes, vent holes*), Luftlöcher, s. Giesserei III pag. 797 und Kunstguss V pag. 149.

Windrad (*moulin à vent — wind-mil, wind engine*), s. Windmotoren.

Windradgebläse (*ventilateur*) Flügelgebläse, s. Gebläse III pag. 729.

Windriren, s. Leder V pag. 337.

Windrose, s. Windmotoren pag. 719.

Windschief. Bei Dächern kommen mitunter windschiefe Flächen vor. Siehe Dach II pag. 465 u. Fläche III pag. 568.

Windschiefwerden (*winding*), s. Werfen des Holzes IV pag. 373.

Windsorseife, s. Seife VIII pag. 186.

Windstrebe, s. Band I pag. 286.

Winkel (*équerre, triangle — square*), Winkelmass, s. Messwerkzeuge VI pag. 102.

Winkelband, s. Band, I pag. 285 und 287.

Winkelbohrer (*angle brace, corner drill*), Eckenbohrer, ist eine zuweilen statt des Wortes Räderbohrer gebrauchte Benennung, s. I pag. 713.

Winkeldach, s. Dach II pag. 463 ad *d*.

Winkeleisen als Walzeisen (*fer d'angle, fer cornières — angle iron*), s. Eisen II pag. 776, Eisenerzeugung III pag. 50. — Als Werkzeug für Steinmetze, Maurer etc. zum Messen rechter Winkel, besteht das Winkeleisen aus zwei genau unter 90° vereinigten Flachschienen. *Grohm.*

Winkelhaken, aus Holz hergestellt, sonst wie das Winkeleisen verwendet, s. Messwerkzeuge VI pag. 101. — Instrument zum Schriftsetzen, s. Buchdruck II pag. 128.

Winkelklammer, eine nach einem rechten Winkel umgebogene Klammer.

Winkelkreuz, s. Messen VI pag. 51.

Winkelmass, Winkeleisen, Winkelhaken und Schmiege VII pag. 765, s. Messwerkzeuge VI pag. 101, 103.

Winkelräder (*roues d'angle — bewil wheels, bevelled wheels*), Kegelräder s. Zahnräder.

Winkelsparren, die Grat- und Ichsensparren, s. Dach II pag. 466.

Winkelspiegel, s. Messen VI pag. 51.

Winkelspiegel, s. m. Kaleidoskop IV pag. 581.

Winkelstosslade, s. Hobeln IV pag. 348.

Winkelstreichmass (*trusquin à équerre*) ist ein zum Anreissen bestimmter Winkel eingerichtetes Streichmass, vgl. VI pag. 91.

Winkeltrommel, s. Messen, VI pag. 51.

Winklerit, Min. Schwarzblau bis violette amorphe Masse von braunem Strich. Ist ein Kobalt-Kupfer-Arseniat von Pria bei Motril in Spanien, wo es neben Malachit und Erythrit sich findet. *Gtl.*

Winkworthit, Min. Farblose oder weisse kleine krystallinische Knötchen im Gyps von Winkworth vorkommend. Ist ein wasserhaltiges Calciumsulfoborat. *Gtl.*

Wintergreenöl, s. m. Gaultheriaöl III pag. 712.

Wippchen. Kleine Weberschützen zum Brochiren nach Art der Schnellschützen.

Wippe (*tètoir* — *header*). Ein kleines Fallwerk zum Formen und Befestigen der Köpfe an Stecknadeln; oder (*perche* — *pole*) eine an der Decke der Werkstätte angebrachte elastische hölzerne Stange, mittelst welcher eine Drehbankspindel in abwechselnd drehende Bewegung versetzt wird, s. a. Tümler. *E.*

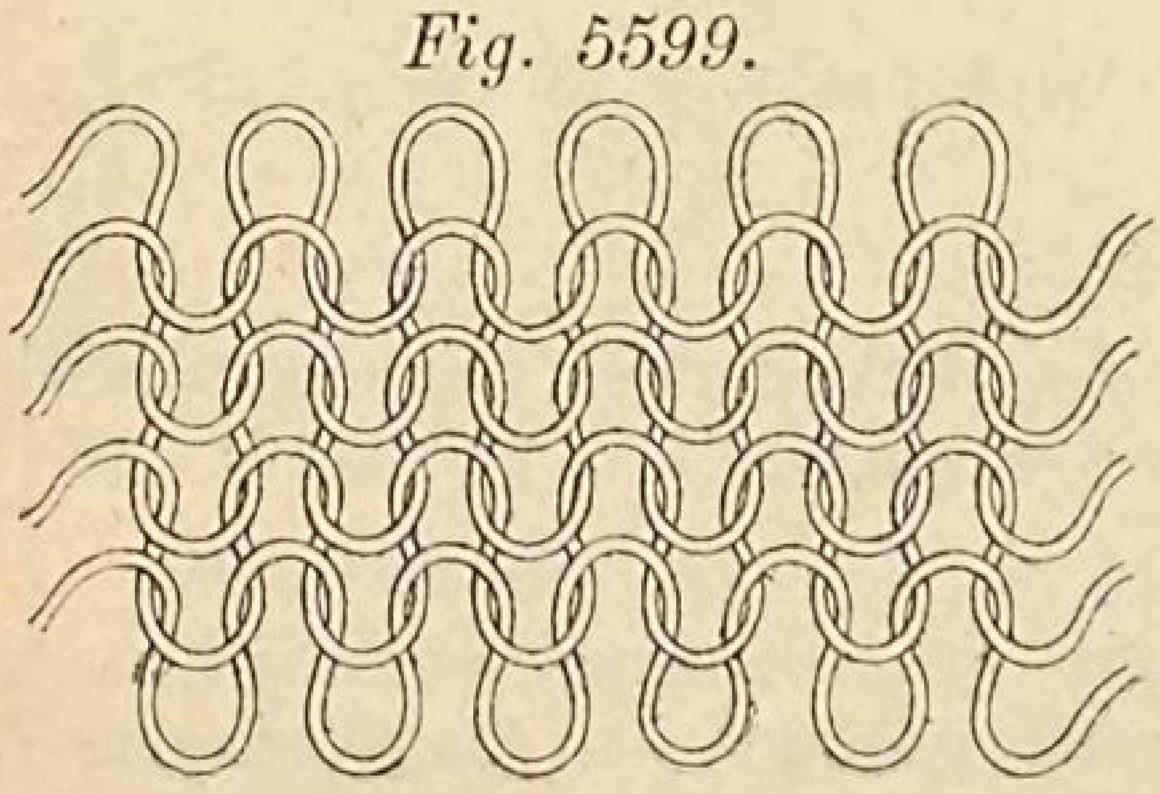
Wirbel (*whorle*), Würtel, Wirtel oder Schnurrolle, s. Spinnrad VIII pag. 354, s. Drehen II pag. 680, Fig. 1126 *n*.

Wirkerei, die Herstellung von Wirkwaare s. u.

Wirkrahmen, Siebmacherrahmen, Drahtbodenstuhl ist eine Vorrichtung zum Weben von Sieben geringer Länge in meist verticaler Anordnung. *E.*

Wirkwaare, Gewirke (*tricotage* — *knitted web*) sind Fadenverbindungen, entstanden durch Verschlingung entweder nur eines Fadens mit sich selbst (Kulirwaare) oder mehrerer, parallel zu einander liegender Fäden unter einander (Kettenwaare).

Fig. 5599.



Der Faden bildet in dem Gewirke eine Reihe gleicher, nebeneinander liegender Schlingen, Maschen (*la maille* — *loop*), Figur 5599, welche in der ganzen Breite des Gewirkes über die Maschen der vorhergehenden Reihe geschlungen sind und dadurch das Auftrennen dieser letzten Reihe verhindern. Dabei kann der Faden beim Verziehen der Waare nach allen Richtungen hin elastisch nachgeben, wodurch das Maschengewebe (*tissu à maille* — *looped fabrics*) jene Anschmiegungseigenschaft erlangt, die bei eng anliegenden Kleidungsstücken geschätzt wird.

Maschengewebe entstehen durch: Stricken (*tricoter* — *to knit*), Häkeln (*crochet*) und Wirken (*tricoter au métier* — *frame work knitting*).

Zum Stricken dienen Stricknadeln. Die eine Nadel *a* enthält aufgehängt eine Maschenreihe, mit der anderen *b* wird zunächst durch die vorderste der Maschen auf *a* durchgestochen, Fig. 5600 und 5601, der Faden mit dem Finger, als Fadenführer, zugebracht, von der Nadel *b* erfasst, zu einer Schlinge umgebogen, durch die Masche auf *a* durchgezogen worauf er selbst als neue Masche auf *b* hängen bleibt. Derselbe Vorgang wiederholt sich bei der 2., 3. etc. Masche, welche auf der ersten Nadel waren.

Beim Häkeln hat man blos eine in einen Haken endende Nadel, mit dieser wird durch die letzte Masche *a*, Fig. 5602 und 5603, gestochen, der Faden vom Haken erfasst und sammt der Nadel durch die Masche *a* gezogen. Er bildet

Fig. 5600.

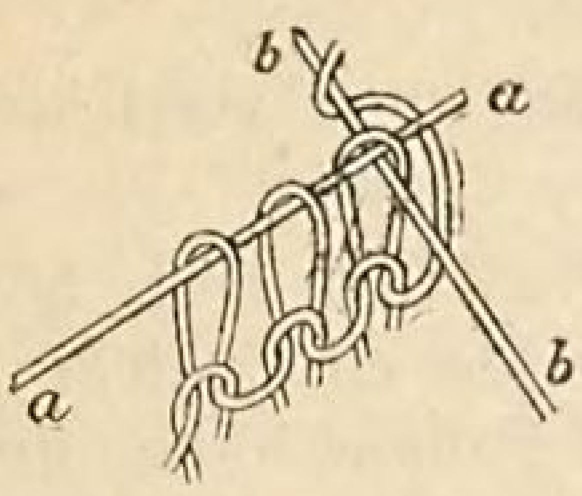
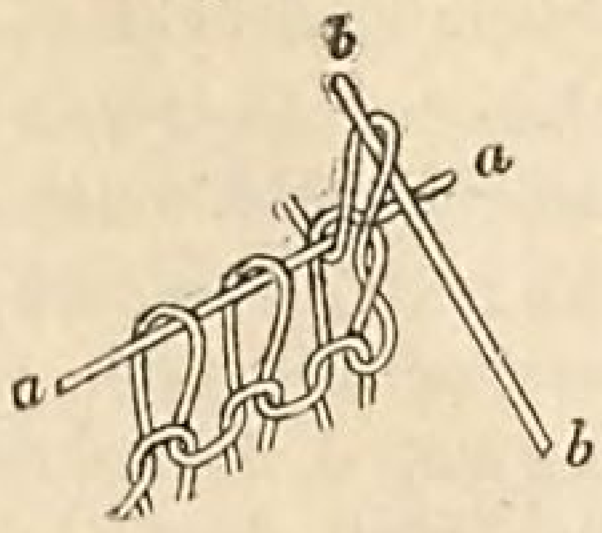


Fig. 5601.

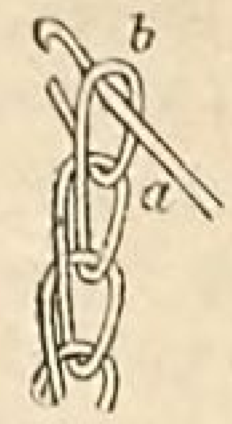


Stricken.

Fig. 5602.



Fig. 5603.



Häckeln.

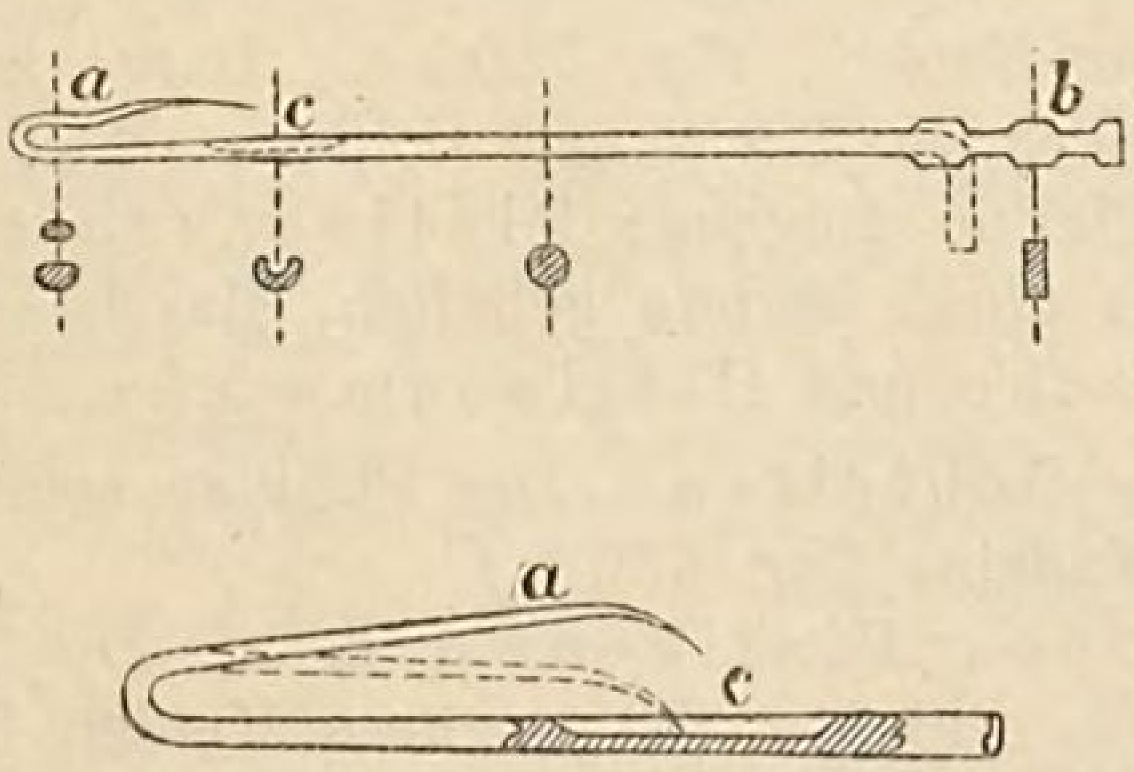
dann, auf der Nadel hängend, die letzte Masche *b*, Fig. 5603. Die Verbindung des Maschenstäbchens (Aufeinanderfolge mehrerer Maschen) mit dem benach barten erfolgt dadurch, dass bei dichter Waare mit der Häkelnadel nicht bloss durch jede Masche *a*, sondern auch noch durch eine Masche der alten Waare gestochen und die Fadenschlinge durch beide gezogen wird; bei durchbrochener Waare geschieht dasselbe, doch immer erst nach Vollendung mehrerer Maschen *a*.

Bei beiden Verfahren: Stricken und Häkeln wird nacheinander Masche neben Masche gefertigt und jede neue Schlinge durch eine alte Masche gezogen; beim Wirken hingegen wird der Faden nach der Breite des Gewirkes hin in Schleifenform gelegt, über die Schleifen eine Reihe fertiger Maschen abgeschlagen und erstere zu neuen Maschen eingeschlossen.

Die arbeitenden Theile beim Wirken sind nicht alle gleich, man hat für Kulirwaaren andere als für Kettenwaaren.

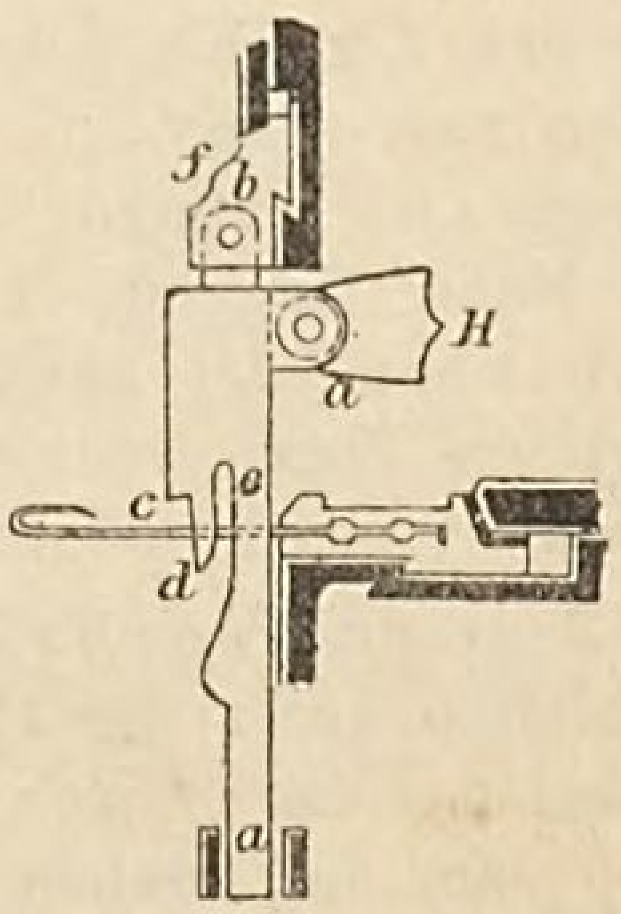
A. Bei Kulirwaare benützt man: 1. Die Nadel (*l'aiguille — needle*). Die Stuhl-, Haken- oder Spitzennadel (*l'aiguille à barbe — common hook*), Fig. 5604, ist an dem vorderen Ende zu einem langen Haken oder Cart (*crochet — hook*) *a* umgebogen; die Spitze des Hakens kann in eine längliche Rinne in der Nadel, Zschasche (*la chasse, la cavité — groove*) *c* niedergedrückt werden. Das Ende der Nadel ist für die Befestigung entweder breit geschlagen oder haken-

Fig. 5604.



Nadel.

Fig. 5605.



Platine (fallende u. stehende).

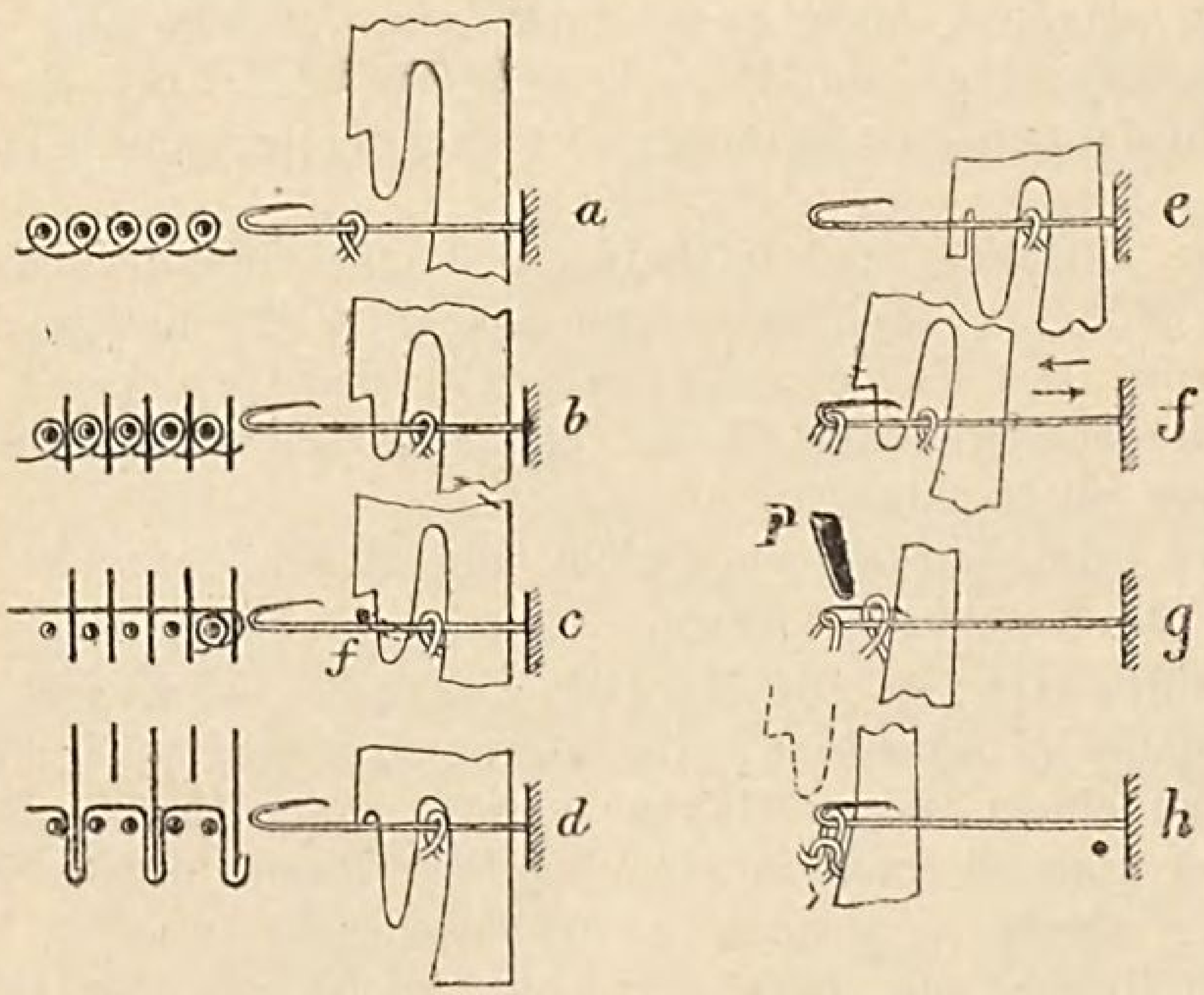
förmig gebogen. 2. Die Platine (*la platina — sinker*). Ein dünnes Stahlblättchen, Fig. 5605, bei dem der Vorsprung *c* die Nase, *d* das Kinn, oder der Schnabel, Einschnitt *e* die Kehle heisst. Die Platine heisst eine fallende (*platines abaissenses — jack sinters*) *a a* in der Figur, wenn jede unabhängig von den anderen an ihrem oberen Ende von einem Hebel *H* gehalten wird und

einzeln auf und ab bewegt werden kann, sie ist eine stehende *a b* (*platine fixe — lead sinker, dividing sinker*), wenn sie mit anderen Platinen in einer Schiene *f* befestigt ist und mit ihnen alle Bewegungen gemeinschaftlich ausführt. 3. Die Presse (*la presse — spring bar, presser, presser-bar*) ist eine glatte Eisenschiene, welche, auf den Bärten aller Nadeln liegend, die Spitzen derselben in die darunter befindlichen Zschaschen eindrückt.

Diese 3 Theile ergänzen einander in ihrer Wirkung und verrichten die Arbeiten des Wirkens nach verschiedenen Methoden.

α) Auf den in einer Reihe fest angeordneten Nadeln, Fig. 5606 *a*, sei von früher her eine alte Maschenreihe vorhanden oder werde eine solche durch das Anschlagen, Orlet-Schlagen, d. h. Legen einer Fadenschlinge um jede Nadel erst gebildet, so ist die erste Arbeit das Einschliessen. Die Maschenreihe wird vom Kinn der Platine erfasst, nach rückwärts gezogen und in der Kehle eingeschlossen gehalten, Fig. 5606 *b*.

Fig. 5606.



Schema der einzelnen Arbeiten zur Bildung der Wirkwaare.

Die zweite u. dritte Operation heisst Kuliren, Einschieben (*cueillir — to sink the lops*). Ein Fadenführer trägt hinter den Hakenspitzen auf die Nadelreihe einen Faden *f* auf, Fig. 5606 *c*, die fallenden Platinen senken sich und ziehen den Faden zu Schlingen herab. Dieses Einbiegen des Fadens zu Schlingen heisst Kuliren, Figur 5606 *d*.

Vierte Operation, das Vertheilen, Partagiren (*partager — to divide*). Sind die fallenden Platinen nicht um eine, sondern um zwei Nadeltheilungen von einander entfernt, so sind über den Zwischenlücken stehende Platinen angebracht. Die fallenden Platinen heben sich etwas, die stehenden kommen herab und es entstehen zwischen allen Nadeln gleich lange Schleifen oder Henkel, Fig. 5606 *e*. Dabei heisst der über der Nadel liegende kreissegmentförmige Theil der Schleife Nadel- oder Stuhlschleife, der unten um die Platine liegende Platinenschleife und in der fertigen Waare, wo die Schleifen durch andere gehalten, Maschen heissen, entsprechend Nadel- oder Stuhlmasche und Platinenmasche.

Fünftens das Vorbringen der Schleifen. Die Platinen schieben die neuen Schleifen unter die Haken der Nadeln, Fig. 5606 *f*.

Sechstens das Ausstreichen des Platinenwerkes. Die Platinen steigen langsam auf, gehen zurück und schieben die in ihren Kehlen liegenden alten Maschen sicher hinter die Hakenspitzen zurück, Fig. 5606 *f*.

Siebentens das Pressen der Nadeln. Die Presse *P* drückt alle Nadelhaken in die Zschaschen, Fig. 5606 *g*.

Achtens das Auftragen der Waare. Bei zugedrückten Nadelhaken schieben die Platinen mit ihren unteren Schäften die in den Kehlen eingeschlossen gewesenen Maschen über die Haken, Fig. 5606 *g*.

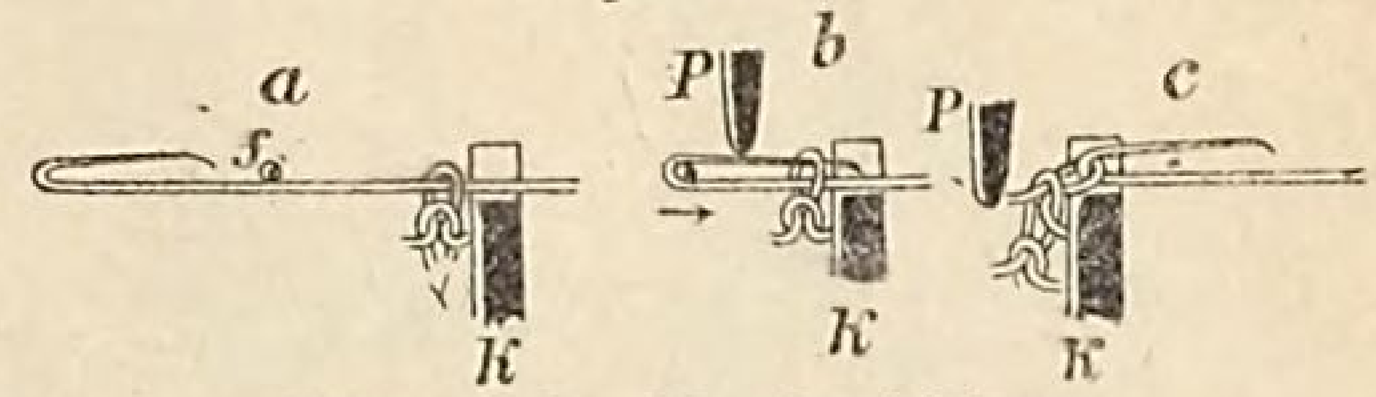
Neuntens das Abschlagen der Waare (*l'abatage — knocking over*). Die Presse wird entfernt, die alte Waare durch die Platinen von den Haken

ganz abgeschoben und über die Schleifen gehängt, welche dadurch zu neuen Maschen werden, Fig. 5606 *h*.

β) Die Nadeln sind in einer Nadelbarre befestigt und bewegen sich gemeinschaftlich in der Richtung ihrer Längsachse nach vor- und rückwärts; die Platinen werden blos gehoben und gesenkt, ohne wie in *α* zu schwingen. Die Arbeiten 1—9 des früheren Falles folgen auch hier auf einander.

γ) Die Nadeln verschieben sich einzeln in der Richtung ihrer Längsachse und treten immer in die Einschnitte einer Schiene (Abschlagkamm). Platinen fehlen, dafür sind Einzelpressen für jede Nadel vorhanden.

Fig. 5607.



Schema der Maschenbildung.

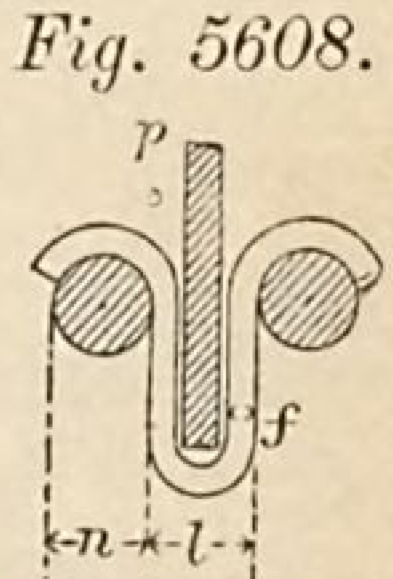
Maschenbildung, Fig. 5607 *a*—*c*. Alte Masche auf der Nadel hängend, Nadel vorgeschoben. Der Fadenführer trägt den Faden auf, Fig. 5607 *a*. Die Nadel geht zurück, streift unter der herabgesenkten Presse *P*, der Haken der Nadel wird gepresst und tritt in die vom Abschlagkamme *K* zurückgehaltene alte Masche ein, letztere wird abgeschlagen und der Faden erst jetzt, gegen Ende der Arbeit, von der noch weiter zurücktretenden Nadel vor den Zähnen des Abschlagkammes zu einer Schleife culirt, Fig. 5607 *c*.

Die Verfahren *β* und *γ* kommen bei mechanischen Wirkstühlen vor. Die Arbeiten *α* 1—9 finden beim Handwirkerstuhl, Handstrumpfstuhl (*métier à bas — stocking frame*) Anwendung.

Nach den bewegenden Theilen gibt es 3 Arten solcher Stühle. 1. Rösschenstühle, 2. Walzenstühle, 3. Handkulirstühle ohne alle Schwingen.

Ein gewöhnlicher Hand-Kulirstuhl besteht aus dem Untergestell sammt Sitz für den Arbeiter und dem Werk, Oberwerk, d. i. den arbeitenden Theilen, die auf dem Untergestelle befestigt sind. Das Werk enthält die Nadeln. Diese liegen zu einander parallel in einer horizontalen Ebene und sind mit ihren rückwärtigen Theilen auf eine hölzerne oder eiserne Schiene, der Nadelbarre (*la barre — needle bar*) befestigt. Nach der älteren Art sind die breitgeschlagenen Enden der Nadeln, Fig. 5605, in Bleiprismen eingegossen; die Bleie (d. i. die Prismen) auf der Nadelbarre neben einander gelegt, werden durch eine aufgeschraubte Schiene festgehalten. Nach der neueren Art ist jede Nadel an ihrem Ende zu einem Haken umgebogen und in die Bohrung in der Nadelbarre eingesteckt; der unmittelbar an den Haken anschliessende Theil der Nadel liegt in einer halbrunden Rinne der Barre. Das Ganze ist wieder durch eine aufgeschraubte Schiene gehalten.

Fig. 5608.



Die Aufeinanderfolge der Nadeln heisst Fontur. Die Entfernung zweier Nadelmittel ist die Nadeltheilung t gleich der Lückenweite mehr der Nadeldicke. $t = n + l$, Fig. 5608, gewöhnlich ist $n = l$. Die Nadeltheilung bezeichnet allgemein die Feinheit, Nummer (*jauge — gauge*) des Stuhles und es war der Gebrauch eingebürgert, die Anzahl Bleie, enthaltend je zwei Nadeln, welche in der Fontur auf einer gewissen Anzahl von Einheiten des Landesmasses, z. B. 300″ engl., enthalten sind, als Nummer des Stuhles anzugeben.

Die Franzosen hatten noch als Unterabtheilung der Stuhl-Nummer:

gros Anzahl Bleie à 2 Nadeln auf 3″ (neu franz. = $^1/_{36}$^{m}) und
fin „ „ „ 3 „ „ 3″ „ „ „ „

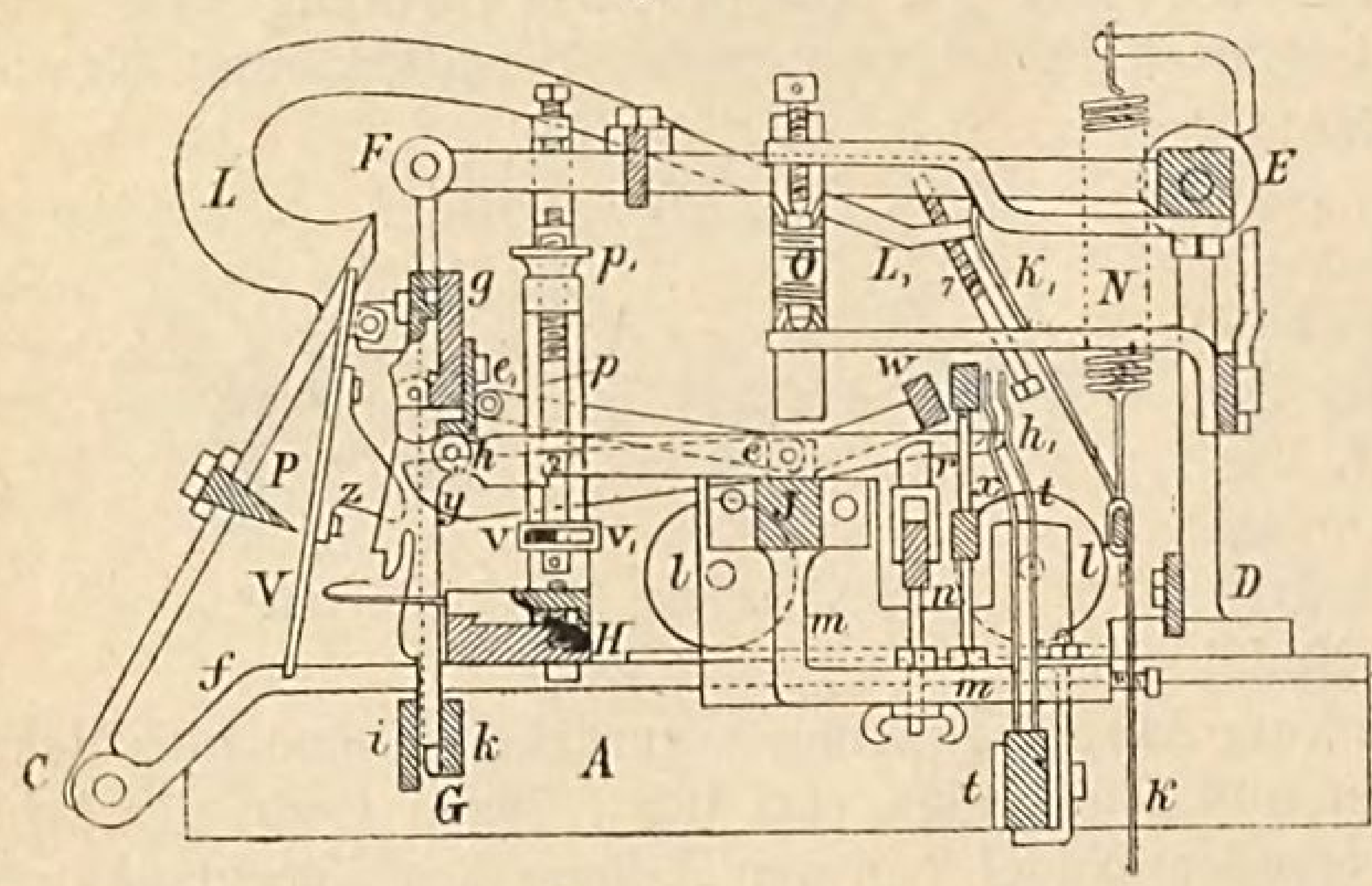
Für einheitlichen Vorgang der Numerirung schlägt G. Willkomm*) vor: Mit einer Stuhlnummer immer die Anzahl Nadeltheilungen anzugeben, welche zusammen 100^{mm} Länge ausmachen.

Enthält ein Stuhl nur fallende Platinen, dann ist es ein solcher, bei welchem nicht erst nachträglich vertheilt wird (pag. 730), und er heisst ein einnädliger oder Einnadelstuhl; enthält er abwechselnd eine fallende und eine

*) Die Technologie der Wirkerei von G. Willkomm pag. 18.

stehende Platine, so ist er **zweinädlig**, wechselt eine fallende Platine mit zwei stehenden ab, dann ist er **dreinädlig**. Im letzten Falle reicht eine kulirte Schleife über 3 Nadeln, sie muss durch zwei herabkommende stehende Platinen vertheilt werden, was aber nicht immer genau genug geschieht und zu Fehlern, **Platinen-Streifen**, Anlass gibt.

Fig. 5609.

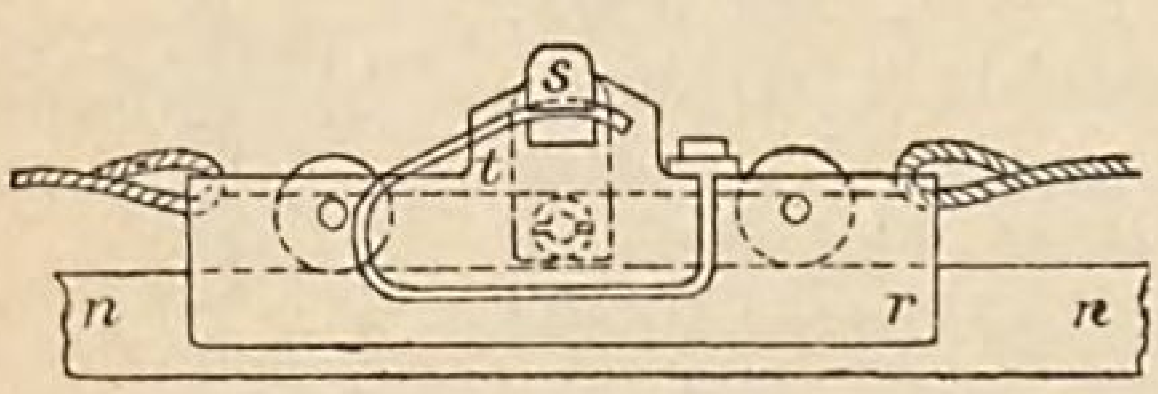


Röss'chenstuhl.

Die Anordnung der arbeitenden Theile eines älteren Wirkstuhles ist in der Fig. 5609 gegeben. Aufgeschraubt auf die beiden Querriegel A des Untergestelles sind 2 eiserne Grundplatten ff. Diese tragen das Oberwerk. Auf den vorderen Theilen beider liegt die Nadelbarre H, rückwärts sind 2 Säulen D E befestigt. Die Säulen tragen Lager für eine Welle E, von welcher gegen vorn die **Streckarme** EF zu den **Häng-** oder **Werkarmen** F G führen. Quer zu den Hängarmen sind angebracht: oben die **Platinenbarre** g mit den Oberbleien der stehenden Platinen, unten die **Platinenschachtel**, bestehend aus einem Stabe k und aufgeschraubter Deckplatte i, beide den unteren Theilen aller Platinen Führung bietend. Die stehenden Platinen sind in ihre Bleie drehbar eingelegt und nehmen an allen Bewegungen der Platinenbarre, bezw. des Hängewerkes theil. Durch Erfassen der Griffe an der Stange K bewegt der Arbeiter das Hängewerk nach vor- und rückwärts oder auf und ab, u. zw. um die Drehpunkte F, bezw. E. Die Feder O hält das Hängewerk immer in der höchsten Lage.

Die fallenden Platinen sind an ihren oberen Enden drehbar und je einzeln in schwingende Arme $h h_1$, die **Schwingen** oder **Unden** *(onde — jack)*, befestigt. Alle Schwingen sind auf eine Stange e, die **Ruthe** (*la verge — rod*) als Achse aufgeschoben und um dieselbe drehbar. Die Ruthe e ruht in kurzen seitlichen Ständern des Balkens J, der **Kupferlade**. Aus der Kupferlade reichen nach oben Kupfer- oder Eisenblättchen, welche, zwischen je zwei Schwingen liegend, diese gegen seitliche Verschiebung schützen. Die Stirnwände der Lade tragen zwei Seitenplatten mit Lagern für je zwei Rollen l l, welches Ganze als **Wagen** auf Führungsleisten der Platten ff beweglich ist. Der Wagen ist jederseits durch eine Zugstange e e_1 mit der Platinenbarre verbunden, wodurch die horizontalen Bewegungen beider Platinenarten gemeinschaftliche werden. Das Senken der fallenden Platinen ist bei vorliegender Construction durch ein **Rösschen** (*le chevalet — slur*) r erreicht. Ein Arm m an der Lade trägt die horizontale Rösschenstange n als Führung für das Rösschen. Letzteres ist eine Blechkapsel r mit einem eingesetzten, nach oben keilförmig zulaufenden Stahlstücke s, Fig. 5610. Um bei grösseren Widerständen nachzugeben, ist das Keilstück von unten durch eine Feder t gestützt. Die Blechkapsel läuft mittelst zweier Rollen auf der Rösschenstange n und ist beiderseits von der um ein grosses Spurrad geschlungenen Schnur geführt. An gemeinschaftlicher Achse mit diesem ist ein kleineres Spurrad; die über letzteres geschlungene Schnur führt zu 2 Tritthebeln, und je nachdem der linke oder rechte getreten wird, drehen sich beide Räder gegen links oder rechts und mit ihnen geht gleichmässig das Rösschen. Das Rösschen hebt die freien Schwingenenden h_1 und senkt dadurch die an den anderen Schwingenenden befestigten, fallenden Platinen.

Fig. 5610.



Röss'chen.

Um eine Fadenklemmung durch gleichzeitiges Kuliren zweier nebeneinander herabkommenden Platinen zu vermeiden, muss die Neigung der Seiten des Rösschens so gewählt sein, dass jede Platine schon ganz herabgeschoben ist, ehe noch die andere beim Herabgehen den Faden trifft.

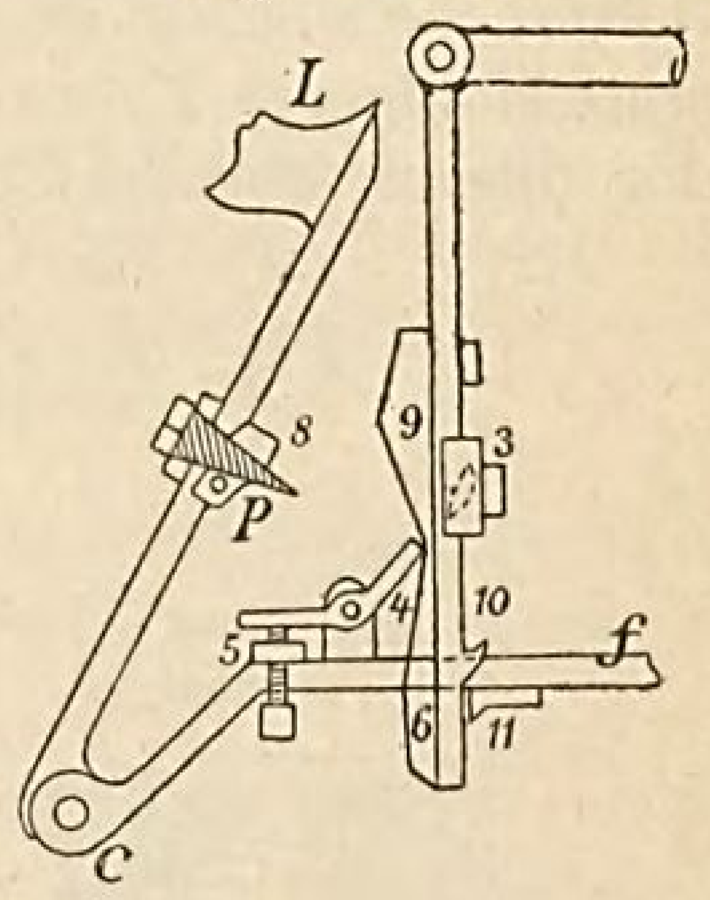
Bei **Walzenstühlen**, die sich sonst von Rösschenstühlen nicht viel unterscheiden, ist unter den rückwärtigen Enden der Unden statt des Rösschens eine Stiftenwalze angebracht. Die Stifte sind nach einer Schraubenlinie angeordnet und heben beim Drehen der Walze nach einander die Schwingen. In **Rösschenstühlen ohne Schwingen** wirkt das Rösschen unmittelbar auf die Platinen, s. pag. 734.

Durch die Feder *t* in der Kapsel *r*, Fig. 5610, wird der Rösschenkeil immer in der höchsten Lage gehalten und die Platinen geben beim Kuliren die längsten erforderlichen Schlingen. Werden kürzere Henkel verlangt, so wird nicht der Rösschenkeil verstellt, sondern durch das Mühleisen (Steg) der Platinenhub begrenzt. Letzteres ist eine Schiene *v*, getragen und in der Höhenlage verstellbar durch zwei in seitlichen Kästchen gelagerte Mühleisenschrauben *p*. Die Unden können nur bis an das Mühleisen herabschwingen. Bei Bildung von Langreihen (s. pag. 739) sind die längsten Henkel nothwendig. Für diesen Fall drängt man das Mühleisen in dem horizontalen Schlitz seiner Führung so weit zurück, dass die Schwingen hinter dem Absatz 2, mit ihren schmalen Theilen zum Anliegen kommen, d. i. tiefer sinken.

Der rückwärtige Theil der Schwingen ist zumeist in einem Gitter *x* geführt; die spitzen Enden legen sich an Federn *t* an und werden beim Kuliren immer etwas nach aufwärts gedrückt. Sämmtliche Federn *t* ruhen in dem Federstocke *t*, einem Holzriegel, der, durch Arme mit dem Wagen verbunden, an dessen Bewegungen theilnimmt.

Schon früher wurde erwähnt (pag. 732), dass nur bei Einnadelstühlen in allen Nadellücken beim Kuliren Schleifen gebildet werden, bei Zwei- und Dreinadelstühlen dagegen bleiben eine oder zwei Nadellücken ohne eingelegte Schleifen. Aufgabe der stehenden Platinen ist es, auch den glatt über die Nadeln laufenden Faden gleichmässig zu Schleifen zu vertheilen. Dabei haben die fallenden Platinen etwas zurückzugehen, um den Faden nachgiebiger zu machen. Hiefür dient folgende Einrichtung: Ausser den früher genannten Theilen (pag. 732) schwingen um die Ruthe noch zwei doppelarmige Hebel *w y*. Ihre Enden tragen als Querstange eine Schiene, die Schwingenpresse *w*, welche auf die hinteren Enden der Unden drückend einwirken kann. Die vorderen Enden der Hebel *w y* sind abgeschrägt und liegen an keilförmigen Nasen *z* zweier Hebel, Daumendrücker *V*, die an der Platinenbarre im Gelenk angebracht sind. Der Arbeiter fasst mit den Händen die Platinenschachtel bei den Griffen *k* an, drückt dabei die Daumendrücker mit den Daumen nach dem Inneren hin. Die Enden *y* der Hebel werden gehoben, jene *w* gesenkt, dabei aber durch Zug der Hände das ganze Hängewerk anfangs gesenkt, u. zw. so weit, bis auch die stehenden Platinen den Faden erreichen, und zu Schleifen herabdrücken wollen. Hiedurch, wie auch durch die zusammengedrückte Feder *O* unterstützt, wird der weitere Niedergang des Hängewerkes erschwert und jetzt erst wirken die Daumendrücker stärker auf *y w*. Die fallenden Platinen werden etwas steigen, die stehenden sinken und beide kuliren gleich lange Schleifen. Nach dem Kuliren und Vertheilen werden die Schleifen unter die Nadelhaken gebracht. Bei angedrückten Daumendrückern zieht der Arbeiter das Werk bis zum Anstossen der Anschläge *3*, Fig. 5611, an jene *4* des Gestelles, Vertheilungseisen auch Pitekos genannt, er lässt dann das Werk durch die Feder *O* nach oben ziehen, wobei es durch Anliegen der Anschlagleiste *4* des Gestelles an den schrägen Führungen *9* beim Aufgang auch nach hinten gedrängt wird und die alte Waare sicher hinter die Nadelhaken schiebt (Ausstreichen). Für das darauf folgende Pressen werden durch einen mittleren Fusstritt, Pressschemel, die Züge *K*, Fig. 5609, Pressarme L L_1 und die auf den Armen *f f* um Bolzen *C* drehbare Presse *P* niedergedrückt. Die tiefste Lage ist durch zwei an den Pressarmen *L* befestigten Stellschrauben 7, Fig. 5609, gegeben; dieselben verhindern durch Anstossen an den Grundplatten *f* jede Weiterbewegung. Während des Pressens wird das gehobene Werk vorgezogen, die Waare aufgetragen. Damit die Platinen an die Presse nicht anstossen, sind zu jeder Stuhlseite an den Hängearmen, wie auch an der Presschiene Anschläge *8* und *9* angebracht. Nach dem Auftragen lässt der Arbeiter den Presschemel frei, die Presse steigt durch den Zug der Feder *N* auf, gelangt ausser den Bereich der Platinen, welche mit dem Hängewerk behufs Abschlagens der alten Maschen noch weiter vorgezogen werden. Anschläge *5* begrenzen diesen Weg. Nach dem Abschlagen werden die Platinen gesenkt und sammt den in ihren Kehlen eingeschlossenen neuen Schleifen in die rückwärtige tiefste Lage zurückgedrängt, welche Lage durch Eingreifen (Eincrochiren) der Einschliesshacken *10* und *11* erhalten bleibt.

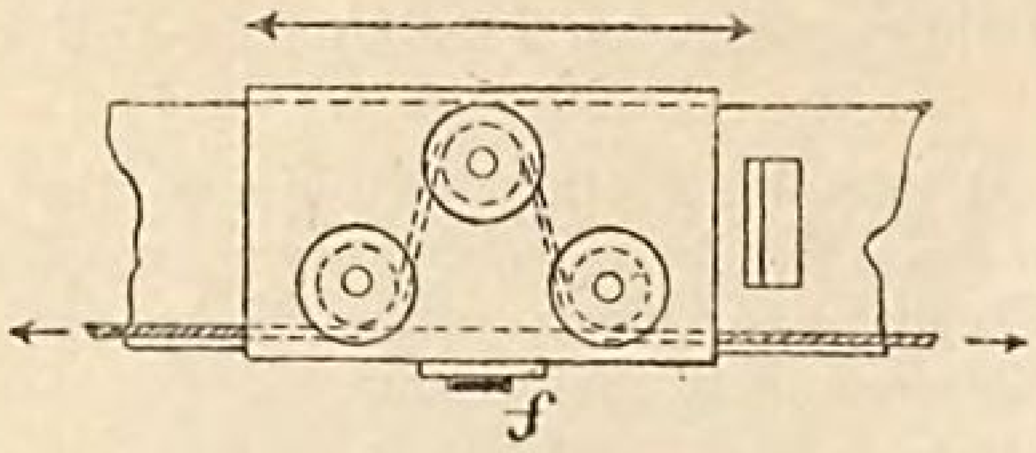
Fig. 5611.



Zu Beginn jeder neuen Reihe muss der Faden über die Nadeln gelegt werden, das ist entweder Handarbeit oder erfolgt mittelst eines Fadenführers (*le guide fil — thread carrier*) selbstthätig. Der Fadenführer, ein mit Oehren versehenes Blättchen oder Röhrchen, wird von einem Kästchen oder Gleitklotz auf einer zur Nadelreihe parallelen Schiene geführt und vom Rösschenzug mitgenommen. Dabei ist der Weg des Fadens nur über die Nadellänge, bei geminderter Waare (siehe pag. 735 und 739) auf eine kürzere Strecke hin auszudehnen, daher ein kürzerer als der des Rösschens, welches immer unter allen Schwingen durchkommen muss. Für diesen Umstand lässt man das Mitnehmen des Fadenführers nur durch Reibung erfolgen, welche dann überwunden wird, wenn das Kästchen von einem stellbaren Anschlag aufgehalten wird. Diese Verbindung kann z. B., Fig. 5612, mittelst dreier, an dem Kästchen befestigter Rollen erreicht sein, über welche eine an beiden Enden zum Rösschenzug führende Schnur geschlungen ist.

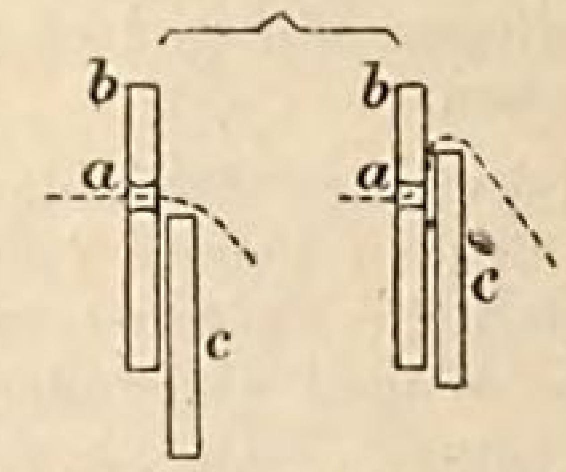
Es genügt nicht den Faden über die Nadeln zu legen, er muss auch in richtiger, gleichmässiger Spannung erhalten werden. Beim Kuliren läuft er von der Spule zur Waare frei ab, beim Vertheilen erfordert er Anspannung, weil die Randmaschen vom freien Faden mehr nachziehen und daher länger würden als die übrigen Maschen, somit der Rand ungleiches Aussehen erhielte. Darum klemmt der Wirker beim Auflegen von Hand aus den Faden fest und

Fig. 5612.



Fadenführer-Schiebwerk.

Fig. 5613.



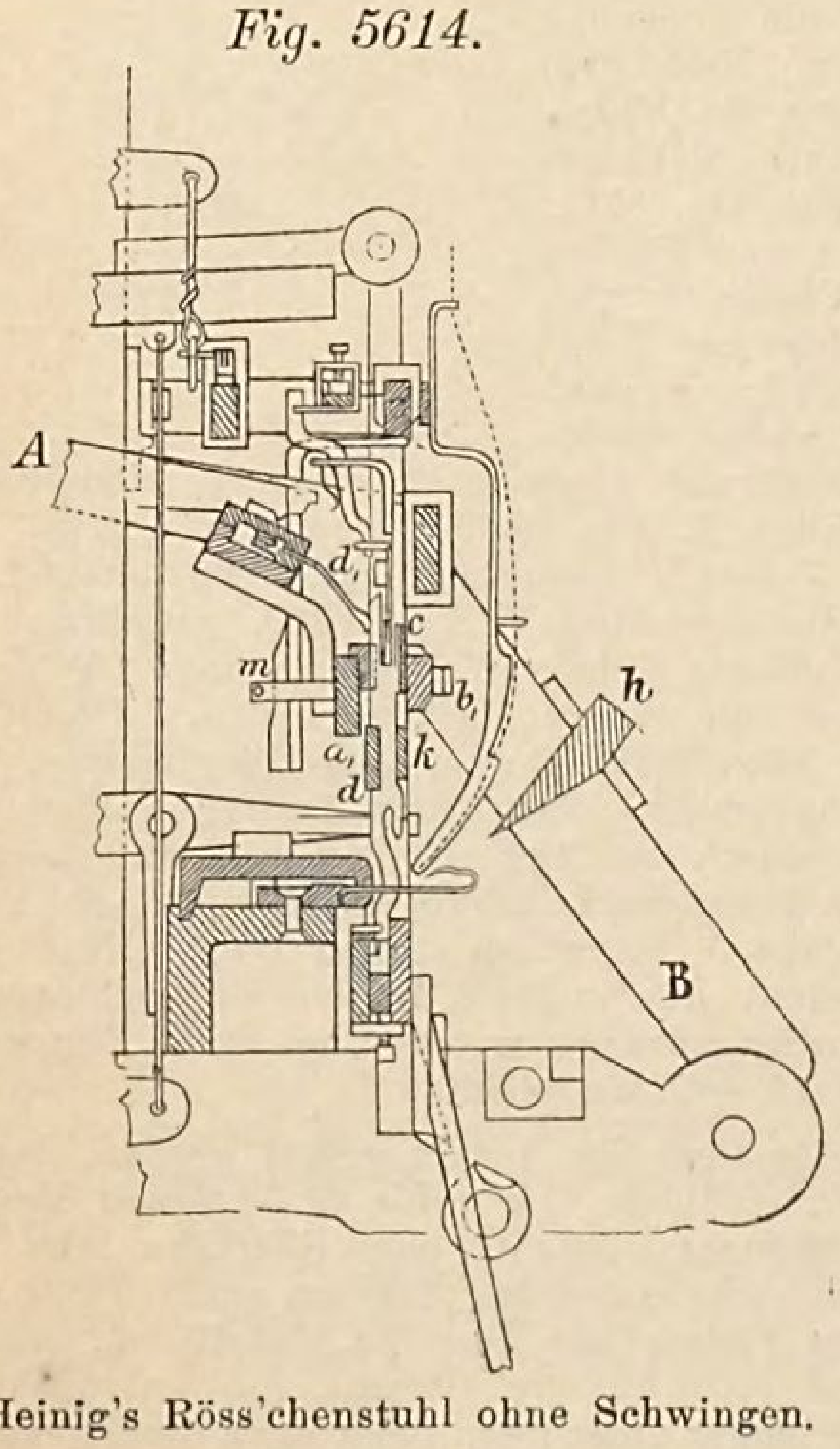
Fadenklemmvorrichtung.

zieht darauf das Werk zum Vertheilen herab. Bei Anwendung von Fadenführern sind Klemmvorrichtungen ausgeführt, welche, wie z. B. Fig. 5613, aus zwei Schienen bestehen. Die eine mit Oehr liegt fest, die andere ist beweglich, u. zw. beim Herabgehen des Werkes aufsteigend, wobei sie an dem Oehr vorbeistreicht und den Faden zwischen sich und der anderen Schiene klemmt.

Das Abschlagen der alten Maschen über die neuen Henkel erfolgt desto gleichmässiger, je gleichmässiger die fertige Waare selbst abgezogen wird. Selbstthätige Abzugsvorrichtungen (s. pag. 755) haben vor solchen Vorzug, die nach einer bestimmten fertigen Waarenlänge immer neu eingeschaltet werden müssen.

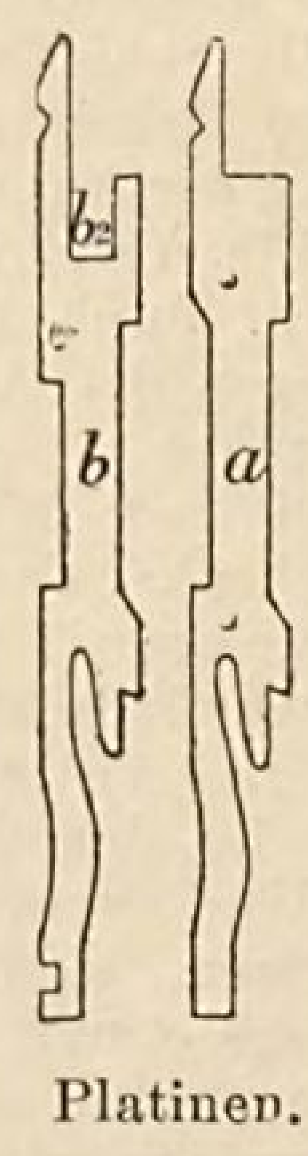
Rösschen- und Walzenstühle waren in der besprochenen Gestalt den später zu besprechenden, mechanischen Stühlen nicht gleichwerthig und wurden durch die leistungsfähigeren Rösschenstühle ohne Schwingen, Fig. 5614, verdrängt. Unter diesen fand der Stuhl von C. W. Heinig in Ober-Lungwitz die grösste Verbreitung. Platinen fallende a, stehende b von der Form Fig. 5615 a und b. Beide sind geführt in Schlitzen der zwei Querstangen a_1, b_1 des Hängewerkes. Die stehenden Platinen werden durch eine zweite Schiene d im Hängewerke gehalten; die fallenden durch Federn des auch am Hängewerk befestigten Federstockes d_1 immer nach aufwärts gedrängt. Beim Kuliren drückt das unmittelbar auf den Platinen liegende Rösschen c diese nieder, beim Vertheilen hebt sie die an Hebeln A B befestigte Platinenpresse h entsprechend hoch. Zum Erzeugen kurzer oder langer Henkel dient hier nicht das Mühleisen o, sondern ist hiefür eine andere Vorrichtung angebracht. An der festliegenden Nadelbarre sind durch Stellschrauben G, Fig. 5616, die Hebel D E in ihrer Lage stellbar gemacht. An diesen Hebeln ruhen während des Einschlusses mittelst der Ansätze C die

Fig. 5614.



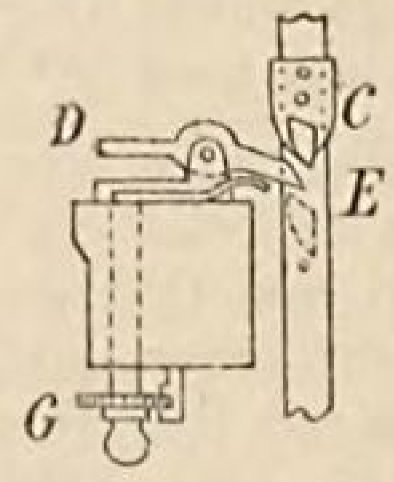
Heinig's Röss'chenstuhl ohne Schwingen.

Fig. 5615.



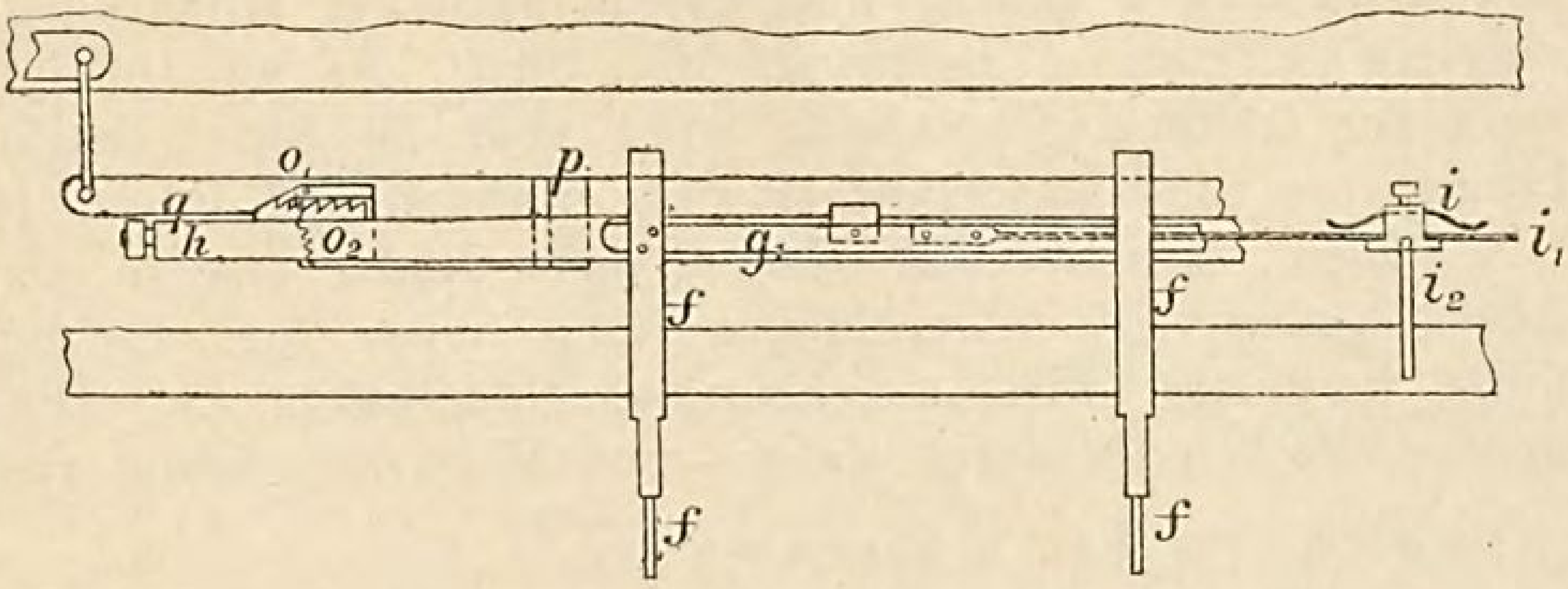
Platinen.

Fig. 5616.



Hängearme und begrenzen dabei den Weg, durch welchen die Platinen herabgehen können. In der Regel ist der Heinig'sche Stuhl nach seiner Breite für die Herstellung mehrerer Waarenstücke neben einander geeignet, dann sind die Rösschen sowie auch Fadenführer an einer gemeinschaftlichen Stange befestigt, und es erhalten alle Fadenführer eine gleichmässige Hubbegrenzung. Beim Mindern (s. pag. 739) wirken folgende Theile, Fig. 5617. Alle Fadenführer f sind auf

Fig. 5617.



eine Stange g_1 befestigt und verschieben sich sammt dieser auf einer zweiten Stange h. Letztere ist am Gestelle befestigt. Erstere vom Mitnehmer i_2 und Klemmer i mitgenommen, geht nur so weit, bis die Fadenführer an die Backen p anstossen, von da an schleift i auf i_1. Die Lage von p ist gegen h stellbar. Beim Mindern wird durch Heben des Hebels q die Klinke o_1 aus der Zahnstange o_2 ausgelöst und geichzeitig durch eine Feder niedergezogen. Beim Niedergang des Hebels q fällt dann o_1 nicht in die frühere, sondern eine andere Zahnlücke ein, o_1 stemmt sich dabei gegen den Zahn und weil dieser fest liegt, so wird der mit o_1 verbundene Backen p um die Zahntheilung nach innen geschoben und der Fadenführerweg ist beim nächsten Hub um diese Länge kürzer.

Ausser den gewöhnlichen Hakennadeln sind zur Maschenbildung noch Zungennadeln, Röhrennadeln und Nadeln mit kurzem Haken und zugehörigem Abschlagzahn verwendet worden.

Zungen- oder Klappennadeln (*crochet, aiquille articulée — tumbler needle, selfacting needle*), Fig. 5618 und 5619, tragen vor dem kurzen Haken eine bewegliche Klappe, die Zunge, drehbar eingenietet. Die Zunge ist an ihrem freien Ende löffelförmig ausgebreitet und überdeckt, wenn zugeschlagen, den Haken. In der rückgeschlagenen Stellung erhebt sich ihr Ende noch etwas über den Schaft. Eine Presse ist bei diesen Nadeln entbehrlich. Die Nadeln sind entweder feststehend oder sämmtlich nach ihrer Längsrichtung beweglich. Im ersten Falle schwingen zwischen den Nadeln einfache flache Platinen. Fig. 5618.

Fig. 5618.

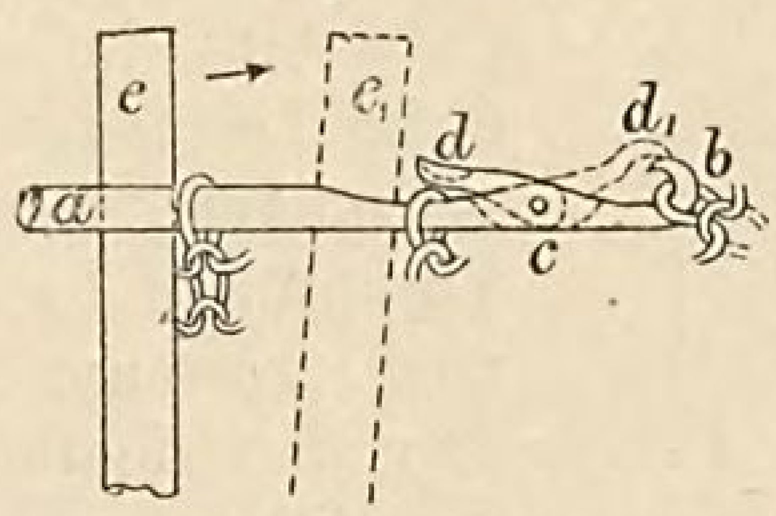
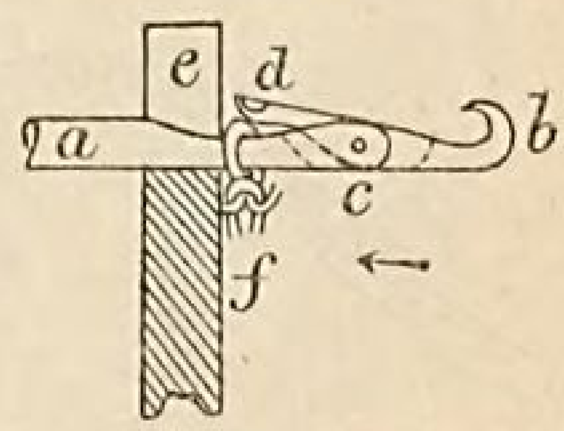


Fig. 5619.



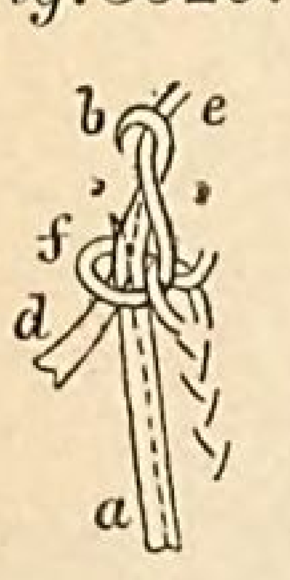
Maschenbildung mit Zungennadeln.

Sind zu Beginn der Arbeit alle Nadeln abgedeckt und wurde ein neuer Faden in ihre Haken eingelegt, so treten dann die Platinen einzeln vor und schieben die alte Waare vor sich her, Fig. 5618. Letztere, unter den Zeugen liegend, klappt diese um, gleitet selbst über sie hinweg und wird von den Platinen noch weiter vor die Nadeln geschoben. Dabei ziehen die Maschen den in den Haken liegenden Faden zu Schleifen vor. Die in den Henkeln hängende Waare wird jetzt zurückgeschoben, die Henkel legen die Zungen wieder um und gleiten dabei selbst in die Ausgangsstellung hinter die offenen Zungen.

Sind die Nadeln einzeln in ihrer Längsrichtung, Fig. 5619, beweglich, so erfolgt die Maschenbildung ähnlich wie auf pag. 731 γ) gesagt worden, nur ist statt der Presswirkung jene der oben beschriebenen Zungennadel eingeschaltet.

An mechanischen Stühlen ist diese Bauart noch dahin erweitert, dass die Nadeln nicht nur einzeln, sondern auch im Ganzen mit der Nadelbarre beweglich sind. Der Fadenführer ist dann fest und jede Nadel holt sich, an ihm vorbeikommend, den Faden. — Röhrennadeln bleiben hier unbesprochen.

Fig. 5620.



Maschenbildung mit Nadeln, welche nur kurze Haken und sehr lange Zschaschen haben, und welche auch der Mitwirkung eines Abschlagzahnes *d* bedürfen, Fig. 5620, ist an Handstühlen auch nicht zur Geltung gekommen, wohl aber an Strickmaschinen, sowie Links- und Linksmaschinen (s. sp.), Platinen und Presse fehlen dabei. Der Faden wird in den Haken jeder Nadel einzeln eingelegt, der Abschlagzahn tritt in der langen Rinne unter die alte Masche, zieht diese lang und wirft sie über den Nadelhaken ab. Die Länge der neuen Maschen ist durch Faden- und Waarenspannung regulirt.

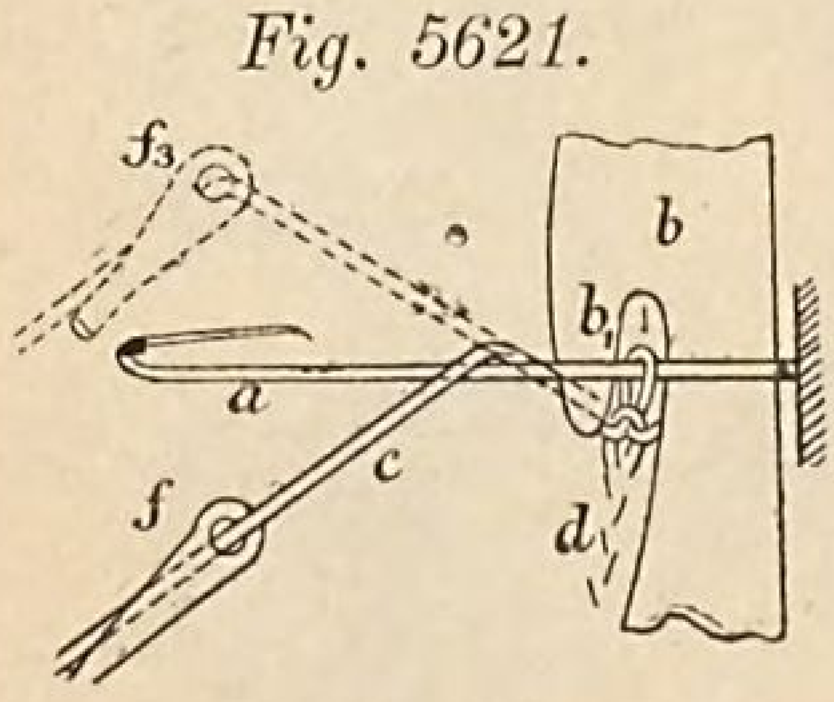
Maschenbildung der Kettenwaare.

Kettenwaare entsteht durch Verschlingung mehrerer paralleler Fäden. Die Schlingen des einen Fadens sind über die des vorhergehenden geschoben und bilden mit ihnen Maschen, die im Allgemeinen jenen der Kulirwaare gleichen.

Kettenwaaren werden mit Zungen- und Hakennadeln gearbeitet. Letztere haben etwas längere Haken, gleichen sonst in Gestalt und Anordnung denen für Kulirwaare. Die Platinen haben blos die Kehle ausgebildet und sind sämmtlich stehende. Presse von bekannter Gestalt. Neu treten hier die Loch-, Ketten- oder Maschinennadeln auf. Die Nadeln, an ihrem Ende mit einem Oehr versehen, liegen alle gleich hoch und in einer gegen den Horizont etwa um 45^0 geneigten Ebene. — Die gewöhnliche Anordnung ist: feststehende Hakennadeln, bewegliche Platinen, Presse und Lochnadeln.

Arbeitsvorgang: 1. Einschliessen. Auf den Hakennadeln hänge eine Schleifenreihe, diese wird von den Kehlen der Platinen erfasst und nach hinten gezogen. Gleichzeitig neigen sich die Lochnadeln gegen die Stuhlnadeln und stehen unter deren Lücken, Fig. 5621. 2. Legung unter eins. Die Lochnadeln rücken sammt dem Faden unter den Stuhlnadeln um eine Nadeltheilung vor. 3. Legung über eins. Dieselben Nadeln werden gehoben und rücken wieder um eine Nadeltheilung vor (vielleicht im selben Sinne wie früher). Durch diese Legungen sind einzelne, mit einander nicht verbundene Henkel entstanden, welche durch die Vorsprünge b_1 der Platinen von der alten Waare noch getrennt sind. 4. Vertheilen bedeutet hier das richtige Unterbringen der Schleifen unter die Haken der Nadeln und wird von den Platinen besorgt. 5. Pressen, 6. Auftragen und 7. Abschlagen gleichen den Verfahren beim Kuliren (pag. 730).

Fig. 5621.



Lochnadeln.

Eine zweite Anordnung der Kettenwirkstühle mit Stuhlnadeln auf beweglicher Nadelbarre wurde bei mechanischen Kettenstühlen mit Fang- und mit Deckmaschine ausgeführt. Die Platinen sind dabei durch eine feste Abschlagschiene gebildet; der Arbeitsvorgang ist das Zusammenwirken der Lochnadeln, wie im oben besprochenen Falle und Schleifenbildung nach Art des Kulirens (pag. 730).

Der Vergleich zwischen Kulirwaaren und Kettenwaaren lässt bei beiden einen Unterschied in der Art der Schleifenbildung erkennen. Bei ersteren entstehen die Schleifen durch Einziehen des Fadens zwischen zwei Nadeln, bei letzteren durch die sog. Legungen. Die einfachste Legung entsteht: Führung der Lochnadeln

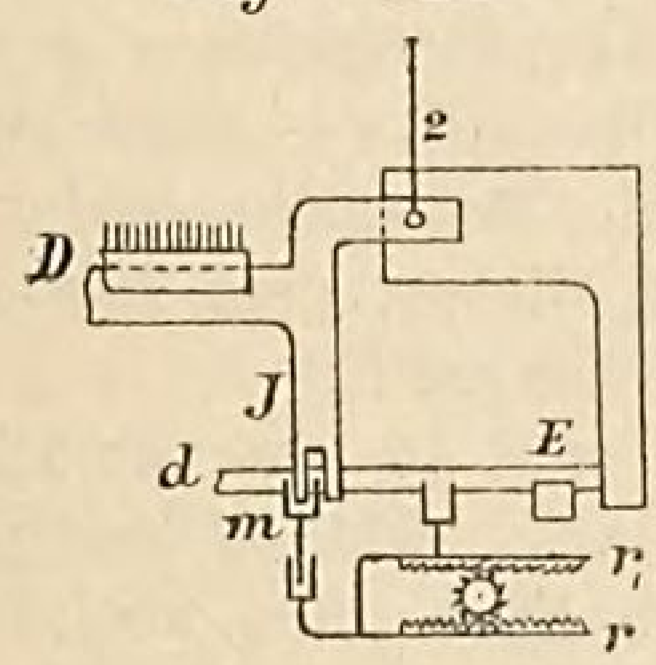
unter je einer Stuhlnadel, dann über eine solche, z. B. nach rechts und in der nächsten Reihe unter eine Nadel, dann über eine Nadel nach links. Durch den Wechsel in der Legung ist erreicht, dass die Henkel einer Fadenlage über jene der benachbarten abgeschlagen werden und so eine Verbindung der getrennten Fäden bewirkt wird.

Die Fadenverbindung ist auf pag. 745 dargestellt.

Die arbeitenden Theile für Kettenwaare sind in dem Kettenwirkstuhl *(métier à chaîne — warp frame)* vereinigt. Gegenüber den Kulirstühlen finden wir hier neu: die Kettenmaschine, kurz Maschine genannt. Sie besteht in einer Nadelbarre mit eingelegten Bleien und Lochnadeln und muss nach früherem eine dreifache Bewegung ausführen: Heben und Senken der Lochnadeln, Vorrücken und Zurückziehen derselben gegen die Stuhlnadeln und eine horizontale Verschiebung nach links oder rechts, parallel zu den Stuhlnadeln.

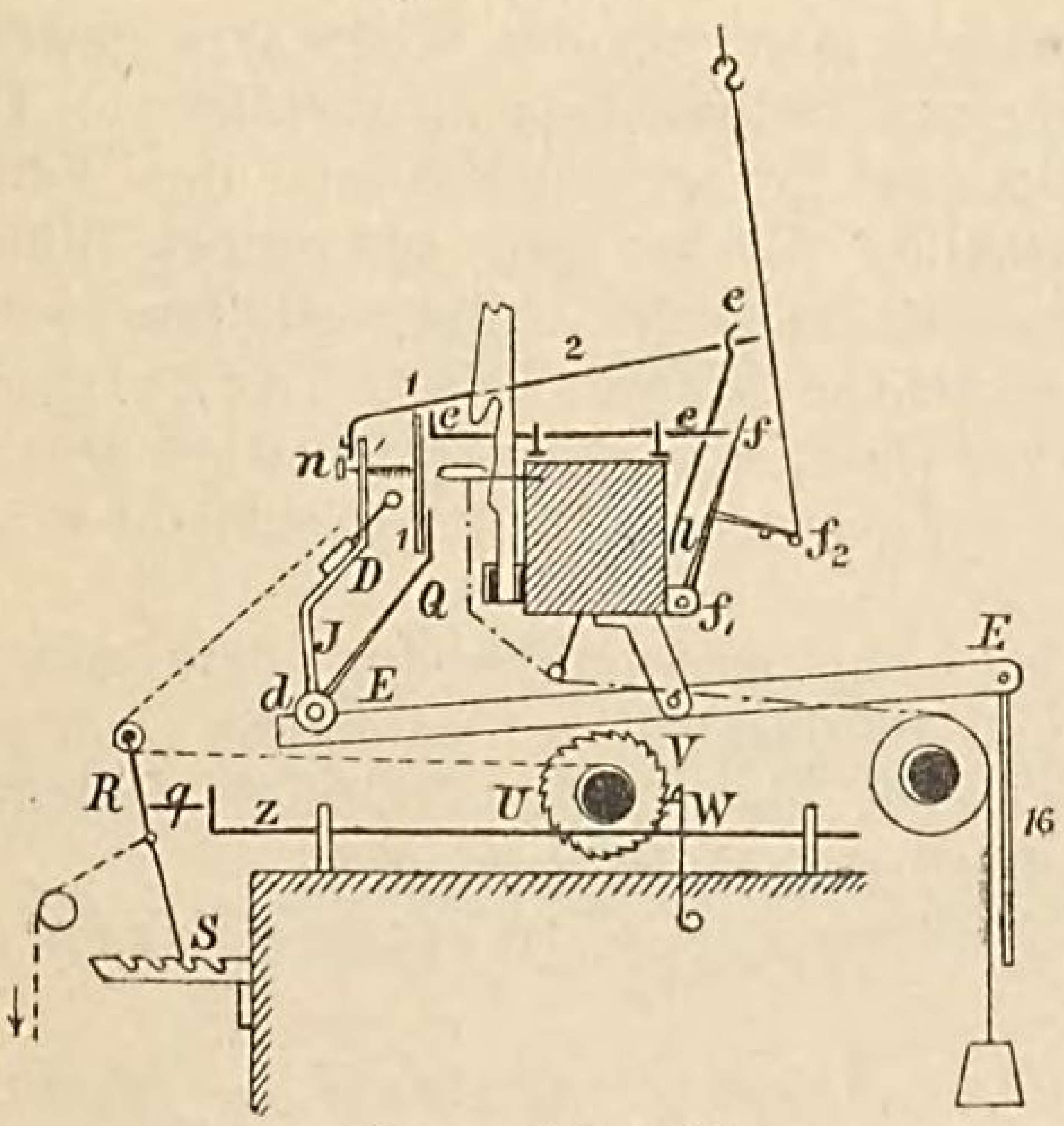
In der Fig. 5622 und 5623 ist *D* die Maschine, sie ruht verschiebbar mit den Armen *J* auf der horizontalen Stange *d*. Letztere ist jederseits in einem Hebel *E* gelagert, wird beim Anziehen des Zuges *16* gehoben und fällt, durch das Eigengewicht herabgezogen, selbst zurück. Von den Armen *J* führen Zugstangen *2* zu Federn *l*, welche die Arme bis zum Anliegen der Stellschrauben *n* an die Platten *1* anziehen. Diese Platten *1* sind einerseits mittelst der Arme *Q* drehbar um *d*, andererseits liegen sie an einem Schieber *e* an. Dieser Schieber *e* wird von dem Arm *f* des Winkelhebels $f\ f_1\ f_2$ gehalten. Der zweite Arm f_2 dieses Hebels ist durch Züge mit den Streckarmen verbunden und wird mit dem Werke gleichzeitig gehoben. Dabei schiebt *f* den Schieber *e* und dieser durch die Platte *1* und Schraube *n* die Maschine *D* mit den Lochnadeln, etwa in die gezeichnete Lage, vor die Stuhlnadeln. Die Parallelbewegung der Lochnadeln zu den Stuhlnadeln bewirkt das Getriebe, u. z. Handgetriebe (*hand wheels*) oder Selbstgetriebe (*Dawson-wheels* n. d. Erfinder).

Fig. 5622.



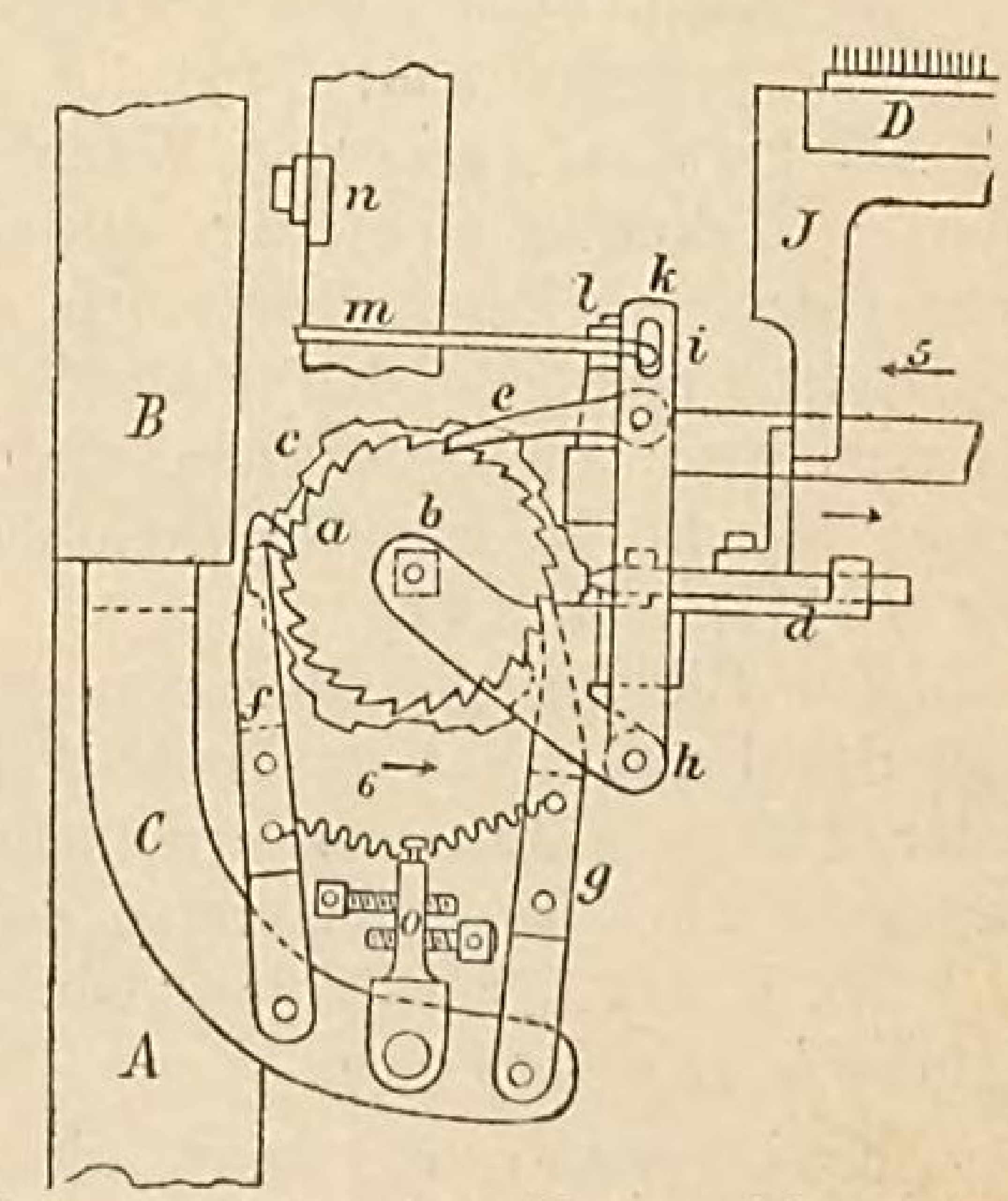
Beim Handgetriebe umfasst der Maschinenfuss *J* nicht blos die Stange *d*, sondern auch eine Gabel *m*, Fig. 5622, welche mit der Zahnstange r_1 Riegel (Maschinenriegel), verbunden ist. In die Zahnstange greift ein Getriebe ein, das mit einem Kerben- oder Eckrade und einem Handrade auf gemeinschaftlicher Achse sitzt. Bei gehobenem Werk dreht der Arbeiter mittelst des Handrädchens das Kerbenrad um eine oder mehrere Kerben, das Zahnrad wirkt dann auf die Zahnstange und verschiebt diese, so wie die Maschine um eine oder mehrere Theilungen.

Fig. 5623.



Kettenwirkstuhl.

Fig. 5624.



Selbstgetriebe eines Kettenwirkstuhles.

Das Selbstgetriebe, Fig. 5624. Auf der Verlängerung des Maschinentragarmes ist die Welle *b* drehbar angebracht. Sie trägt ein Klinkrad *a* und dahinter ein oder mehrere Eckräder (Schneidräder). Mit den Maschinenfüssen *J* sind Riegel *d* verbunden, die durch Spiralfedern immer gegen den Umfang der Eckräder gedrängt werden. Bewegt eine der drei vorhandenen Klinken *e*, *f*, *g* das Sperrad, so werden jene Maschinen, deren Riegel an vorbei-

kommende Erhöhungen der Eckräder anstossen, gegen rechts geschoben und jene, deren Riegel in Kerben einfallen, nach links bewegt. Die Klinken *e*, *f*, *g* sind mittelst Hebel mit bewegten Stuhltheilen verbunden und müssen zu geeigneten Zeiten mit jenen zur Wirkung kommen. Klinke *e* wirkt während des Einschliessens, ihr entspricht „Legung unter eine Stuhlnadel“, der Klinke *f* „Legung über die Nadeln“. Dabei müssen die Lochnadeln bereits über die Stuhlnadeln gehoben worden sein. Der Klinke *g* ist wieder „Legung unter den Nadeln“ eigen u. zw. in der Zeit, als die Lochnadeln unter die Stuhlnadeln sich senken. Von diesen Legungen erfolgt die erste und dritte nach einander, die zweite Legung über die Nadeln vollzieht sich in nur einer Zeit und reicht auch meistens nicht über mehr als zwei Nadeln. Für die Verschiebung unter den Nadeln sind zwei Zeiten vorhanden, die Legungen können daher länger gehalten sein, oder bei kurzen Legungen die eine Klinke, etwa *g*, ausgelöst werden.

Wie in der Kulirwirkerei durch Stellung des Mühleisens dichte oder lockere Waare erhalten wird, so erreicht man bei Kettenwaare dasselbe durch verschiedene Spannung der Kettenfäden. Die Maschen jeder eben fertig gewordenen Reihe hängen auf der einen Seite mit der Waare, auf der anderen mit dem Kettenbaume zusammen. Uebt man von letzter Seite einen grösseren Zug aus, so werden die fertig gewordenen Maschen kürzer, die Waare dicht oder fest, umgekehrt bei flott liegenden Kettenfäden locker. Zur Veränderung der Kettenfadenspannung sind Spann- oder Fadenkreuze *R S* eingeschaltet, Fig. 5623, die durch aufgehängte Gewichte die Spannung reguliren. Gleichzeitig wird vom Fadenkreuz die Lieferung des Kettenbaumes selbstthätig geregelt.

Für gewöhnlich ist der Kettenbaum *U* durch Eingreifen der Klinke *W* in das Sperrad *V* festgehalten. Beim Verarbeiten des Fadens wird seine Länge vom Kettenbaum bis zur Nadel immer kürzer und es stellt sich das Fadenkreuz, über welches er geschlungen ist, immer steiler. Hiebei schiebt das Stängelchen *q* den Schieber *z* gegen rechts, *W* kommt mit *V* ausser Eingriff und es kann vom Kettenbaum so lange Faden abgewickelt werden, als durch das sich senkende Fadenkreuz *R S* der Stab *q* auf *z* nicht mehr einwirkt und dieses, dem Zug der Feder *W* folgend, so weit gegen links rückt, bis *W* in *V* eingreift.

Zungennadeln kommen in der Kettenwirkerei nur an mechanischen Stühlen u. z. an Fangkettenstühlen und Rundkettenstühlen vor. Da hiebei jede Nadel einen Faden für sich als Schleife aufgelegt erhält, so kann man auch alle Nadeln auf einmal bewegen und gleichzeitig eine Reihe von Maschen bilden.

Gewirkte Waaren.

Zu Kleidungsstücken verwendet, verlangt man von der Wirkwaare gewöhnlich die Eigenschaft, sich an alle Körperformen vollkommen anzuschliessen. Dies trifft bei geschlossener Waare zu, diese ist genug elastisch und ihre Fadenlagen bedecken gleichzeitig alle Körpertheile. Wirkt man auf groben Stühlen feines Garn, so kann dieses den gebotenen Raum nicht völlig ausfüllen, solche mit Lücken zwischen den Fadenlängen versehene Waare heisst hungrig oder gezwungen. Im Gegentheile findet starkes Garn, auf feinen Stühlen verarbeitet, in dem für die Maschen bestimmten Raum nur gezwungen Platz, es entsteht volle oder völlige Waare.

Für Bildung geschlossener Waare ist nicht nur nothwendig, dass man für einen Stuhl von richtiger Nadeltheilung und Platinenstärke den Faden von passender Stärke wählt, sondern man muss auch die richtige Kulirtiefe einhalten. Letztere ist bei Einnadelstühlen nahezu gleich der Nadeltheilung.*)

Nach Art der Bildung kennt man Kulirwaaren, Kettenwaaren und Kulirkettenwaaren.

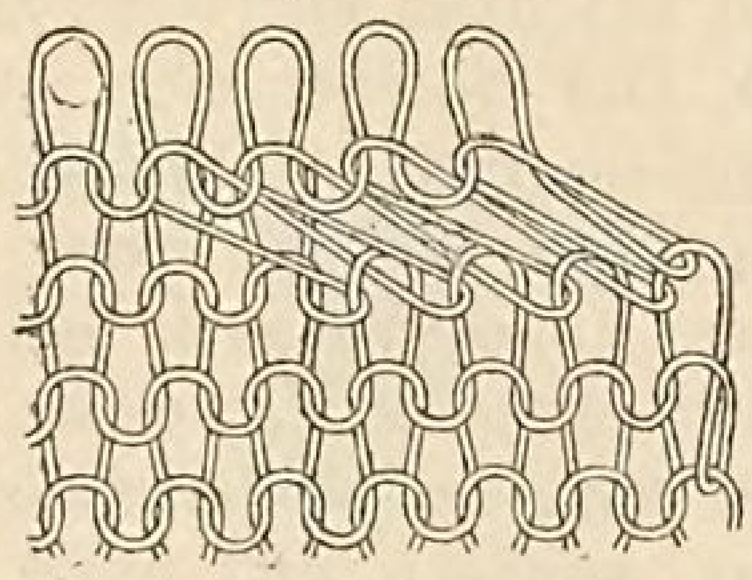
Kulirwaaren. Diese sind regulär (*tricot proportionné — fashioned g., narrowed g., cleared goods*), wenn sie ihre Gestalt als Gebrauchsgegenstand schon während des Wirkens erhalten haben; sie heissen geschnittene Waare (*articles découpes — cut goods*), wenn die Gebrauchstheile aus grossen Stoffstücken herausgeschnitten werden.

*) Gust. Willkomm, die Technologie der Wirkerei pag. 53—60.

Als fertige Gebrauchsgegenstände lassen sich nur wenige Kleidungsstücke auf dem Wirkstuhle fertig herstellen, die meisten müssen aus Theilen zusammengesetzt werden. Diese Theile werden nicht durchaus gleiche Breite haben. In einzelnen Reihen werden sie mehr Maschen erhalten als in den anderen, was man dadurch erreicht, dass in der nächst breiteren Reihe noch die Nachbarnadel der früheren Randnadel mit Faden umwickelt oder die Randmasche der früheren Reihe um eine Nadel nach aussen umgehängt wird, Zunehmen oder Ausdecken. Vermindert wird die Waarenbreite (Abnehmen oder Decken) dadurch, dass die äusseren Randmaschen abgehoben und auf die nächst oder weiter innen gelegenen Nadeln, die schon Maschen enthalten, gelegt werden, Fig. 5625. Im zweiten Falle, weiter nach innen legen, wird der beim Zusammennähen von Stücken dicker werdende Rand nicht auch durch das Mindern stärker.

Die zu diesen Arbeiten verwendeten Werkzeuge sind: die Mindernadel, Fig. 5626, geeignet zum Einfahren in die Maschen und Abheben derselben von den Nadeln, und der Decker. Die Hauptheile des Deckers sind mehrere zwischen zwei Platten eingeklemmte Decknadeln (*coverer*) mit etwas abwärts geneigter Spitze, tiefer und langer Rinne auf der Unterseite. Fig. 5627. Beim Arbeiten mit dem Decker kommen die Decknadeln auf die Stuhlnadeln zu liegen, die Haken der letzteren finden in den Rinnen der ersteren genügend Platz, Fig. 5628, und können die Maschen leicht auf die Decknadeln geschoben und zu anderen Nadeln übertragen werden. Es können auch paarweise angeordnet mehrere Decker *i*, *k* auf einer um zwei Kettennüsse *n* geschlungenen Kette *l* befestigt sein, Fig. 5629. Beim Drehen des Kerbenrades *a* um je eine Theilung werden die Decker um je eine Nadeltheilung theils links, theils rechts verschoben (vgl. pag. 733).

Fig. 5625.



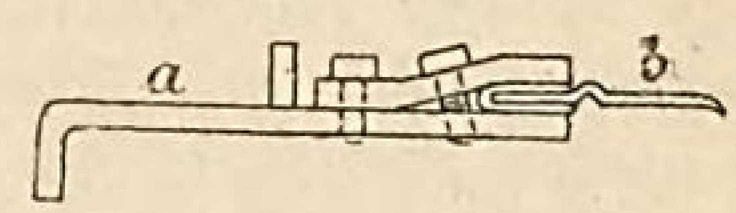
Gemindertes Waarenstück.

Fig. 5626.



Mindernadel.

Fig. 5627.



Decker.

Fig. 5628.

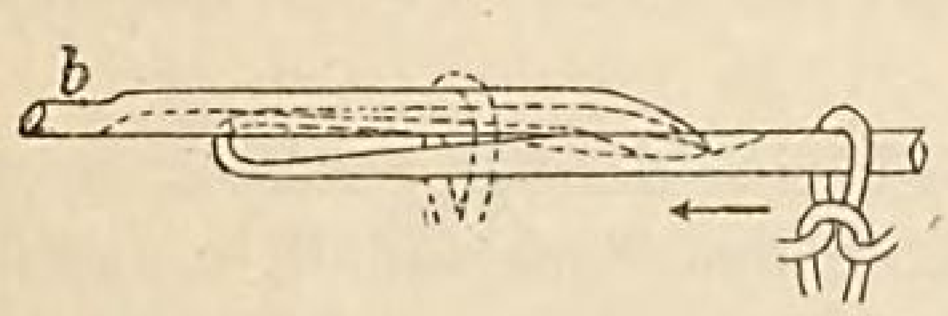
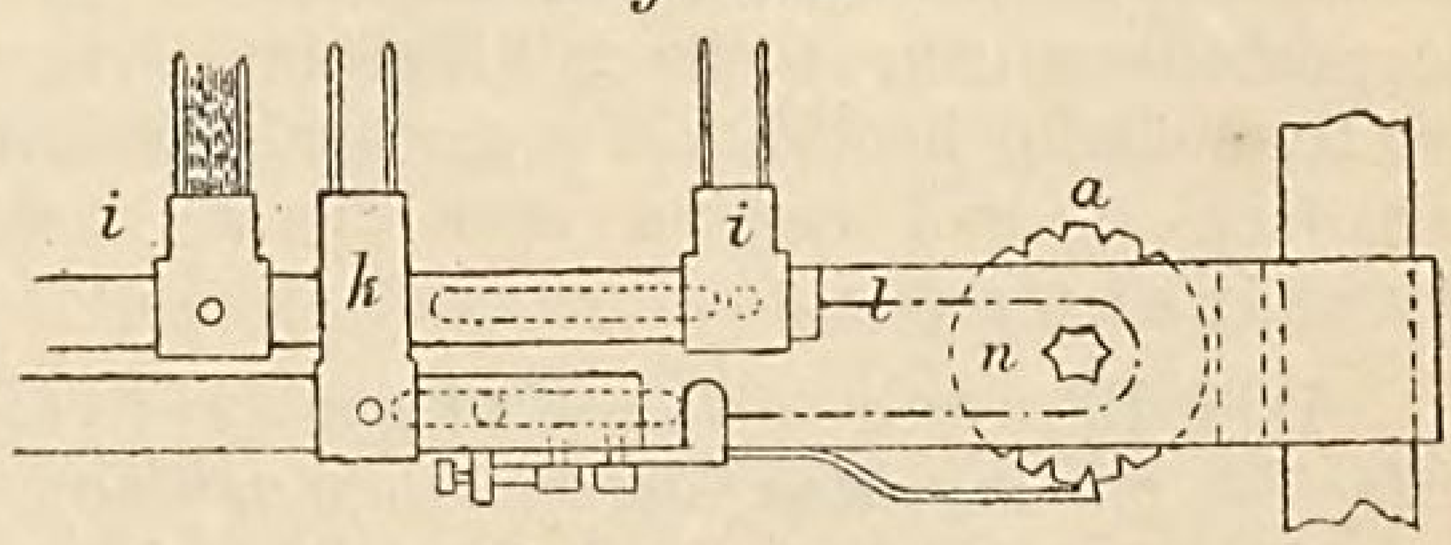


Fig. 5629.



Mindervorrichtung.

Geschnittene Kulirwaare wird:

1. Von Hand aus grossen Waarenstücken ausgeschnitten u. zw. nach aufgelegter Schablone, nach aufgedruckten Umrissen oder nach eingewirkten Zeichen, Laufmaschen (s. sp. pag. 752);

2. mittels Schneidstempeln ausgeschlagen und

3. durch Schneidformen zwischen Pressen ausgeschnitten.

Nach Art der Maschenform und ihrer Zusammenstellung unterscheidet man: Glatte und gemusterte Waare. Glatte Kulirwaare (*tricot uni — plain work*) hat die einfachste, gleichmässig verlaufende Maschenform, Fig. 5599, pag. 728. Auf der linken Seite liegen alle bogenförmigen Theile der Maschen, auf der rechten Seite ihre mehr geraden Verbindungsstücke oben auf, daher ist Fig. 5599 ein Bild der linken Waarenseite.

Gewöhnliche glatte Waare wird bisweilen durch Anbringen einer Futterdecke modificirt. In Zwischenräumen nach je 1 bis 4 Reihen fährt man

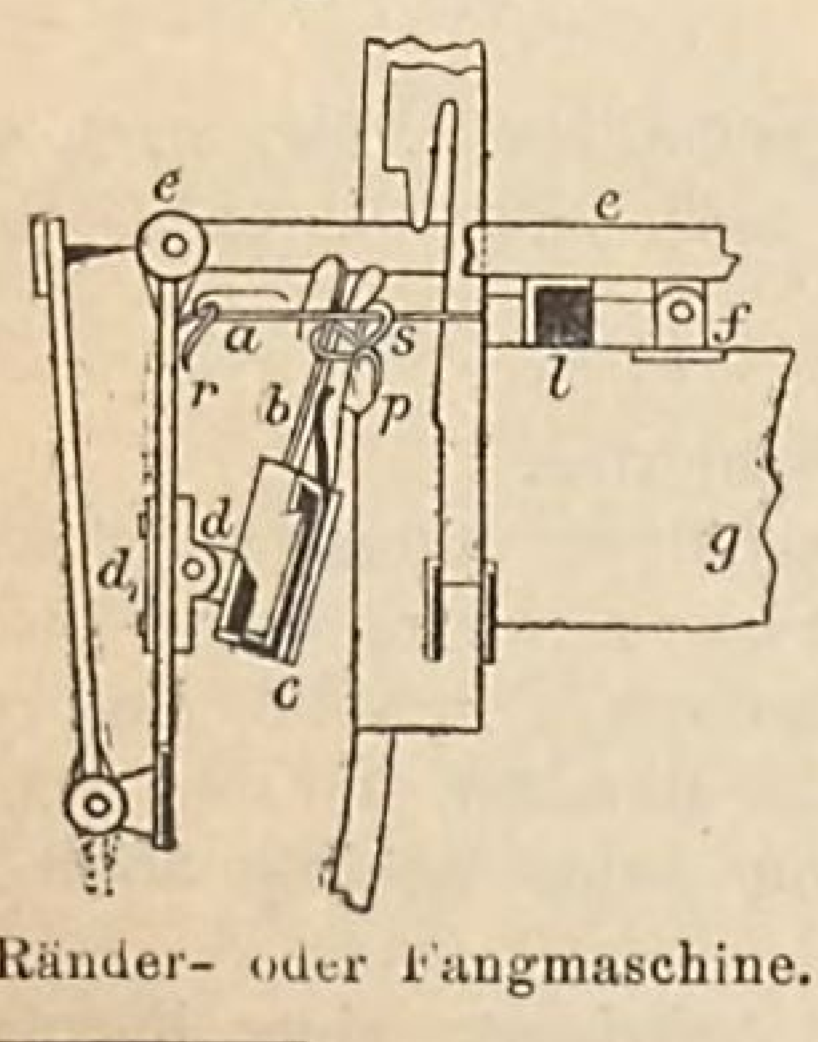
mit einem mehrfach zusammengelegten Vliess gekämmter Wolle oder Baumwolle durch die Nadelreihe, die sämmtliche Haken geöffnet und die alten Maschen zurückgeschoben hat. In den Haken bleiben gleichdichte Faserhäufchen hängen, über diese wird kulirt und weiter in gewöhnlicher Art gearbeitet. Auf der Waarenrückseite entsteht die Pelzdecke und die Waare heisst eingekämmte Waare oder Pelz. Nach einem zweiten Verfahren wird nach je zwei oder mehr Maschenreihen eine Langreihe kulirt, d. h. gewöhnlich kulirte Henkel werden von einem Rechen erfasst, langgezogen und durch Einschliessen des Hängewerkes zur alten Waare geschoben. Darauf wird in gewöhnlicher Art culirt und über die gebildeten Henkel die Langreihe, sowie die alte Maschenreihe abgeschlagen. Die von der Langreihe herrührenden Platinenmaschen stehen auf der Waarenrückseite vor. Die Waare kommt entweder in diesem Zustande vom Stuhl weg als Kulirplüsch in den Handel oder sie wird vorerst gerauht.

Farbmuster können auf glatter Waare in mannigfacher Art erzeugt werden: 1. Das verwendete Garn ist an verschiedenen Stellen von verschiedener Färbung. 2. Für eine Anzahl aufeinander folgender Reihen werden verschieden färbige Fäden eingewirkt. Der Stuhl hat dann mehrere Fadenführer*) und man bildet sogenannte Ringelwaare. 3. Die Maschenreihe ist in mehrere Theile getheilt und auf jedem Theil wird ein anders färbiger Faden eingewirkt. Kommt derselbe Faden in den aufeinander folgenden Reihen immer über dieselben Nadeln zu liegen, so entsteht langgemusterte Waare, bei einer anderen Aufeinanderfolge können regelmässige Muster entstehen (Jacquardwaare). 4. Man wendet mehrere Fäden an; jene, die an einzelnen Stellen nicht sichtbar sein sollen, bilden an diesen Stellen keine Maschen, sondern sind unter den Nadeln flott hingelegt (unterlegte Farbmuster). 5. Zwei Fäden verschiedener Farbe oder Materiales werden gleichzeitig und nebeneinander auf den Nadeln zu Maschen verarbeitet. Die Maschen schieben sich beim Abschlagen über einander und liegen auf der Waarenvorderseite, die Maschen des hinteren Fadens oben auf und umgekehrt, die des vorderen unten (pattirte Waare). 6. Fertige glatte Waare wird mit Farbmustern überdruckt oder Verzierungen darauf aufgenäht; letzteres nennt man: Sticken, Brodiren, Bordiren (*broder* — *embroider*).

Gemusterte Kulirwaare. Wirkmuster bestehen entweder in Erhöhungen, Fadenanhäufungen oder in Oeffnungen in der Waare, welche in ihrer Aufeinanderfolge, theils allein, theils mit Farbmustern vereint, irgend ein Bild bieten. Zu ihrer Herstellung bedürfen die gewöhnlichen Stühle noch besonderer Vorrichtungen, Maschinen, und heissen nach diesen auch Maschinenstühle, die Waare Maschinenwaare.

Die Ränder- oder Fangmaschine (*métier à double fonture, le petit métier* — *rib machine, derby rib machine*). Unter den Stuhlnadeln *a* ist noch eine zweite Nadelreihe *b*, die Maschinennadeln auf einem herabhängenden Arme *d* drehbar befestigt. Die Nadeln beider Reihen sind gegen einander um eine halbe Nadeltheilung verschoben. Die Maschinennadelreihe ist um die Gelenke *e* und *f*, Fig. 5630, vor zurück und um den Bolzen auf-abbeweglich, ausserdem kann sie aber auch senkrecht zur Zeichenebene verschoben werden. Hiefür ist der Zapfen *d* hinreichend lang gemacht und mit mehreren kreisförmigen Nuten versehen. Eine einspringende Feder hält die Nadelbarre *c* in einer bestimmten Lage; tritt die Feder zurück, so kann die Nadelbarre seitlich so weit verschoben werden, bis die Feder wieder in eine der Nachbarnuthen einspringt. Denken wir zu

Fig. 5630.



Ränder- oder Fangmaschine.

*) Dingl. polyt. Journ. Bd. 232 pag. 122.

Beginn der Arbeit eine Maschenreihe der Stuhlnadeln eingeschlossen, so legt der Wirker die Maschinennadeln weit hinter die Stuhlnadeln unter die Platinenkehlen. Die richtige Lage der Nadeln vor und nicht neben den Platinen bestimmen eigene Führungsbleche, an welche sich die Arme *p* (Stemmer) anlegen. Darauf wird in gewöhnlicher Art eine Maschenreihe vollendet (pag. 730). Die über die Stuhlnadeln vorragenden Maschinennadeln werden beim Abschlagen mit vorgeschoben, sie liegen zwischen den neu kulirten Schleifen *r* und den alten Maschen *s* und nehmen beim weiteren Vorschieben die quer zu ihnen liegenden Platinenhenkel der kulirten Reihe mit (r_1 in Fig. 5631). Diese ohne Kuliren über den Maschinennadeln entstandenen Schlingen werden später zu einer Maschenreihe verarbeitet. Denken wir, für besseres Verfolgen der weiteren Arbeit, die Waare abwechselnd mit einer Maschenreihe auf den Stuhlnadeln und mit der nächsten auf den Maschinennadeln hängend. Werden jetzt durch Einwirkung eines Fusstrittes und Hebels die Unterlagen *l* unter die Arme *e* geschoben, so steigen die Maschinennadeln so hoch, dass die Schleifen r_1, Fig. 5632, über die Haken gleiten und unter dieselben schlüpfen; die alten Maschen s_1 liegen dann noch tiefer auf

Fig. 5631.

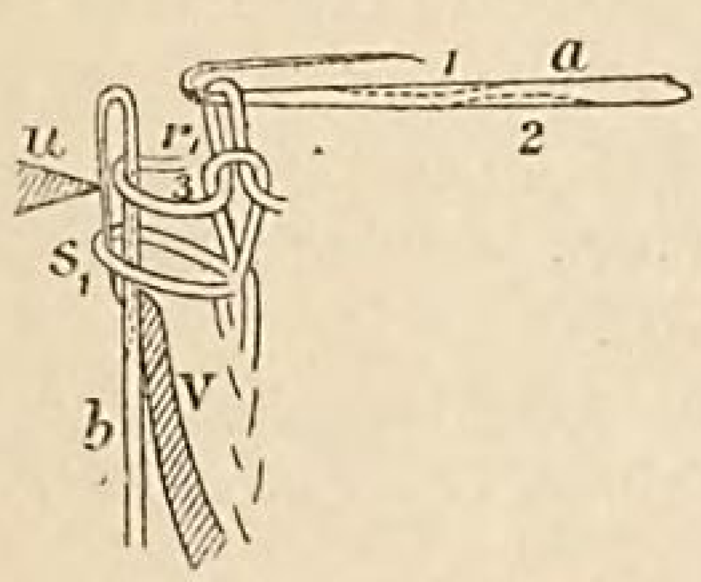


Fig. 5632.

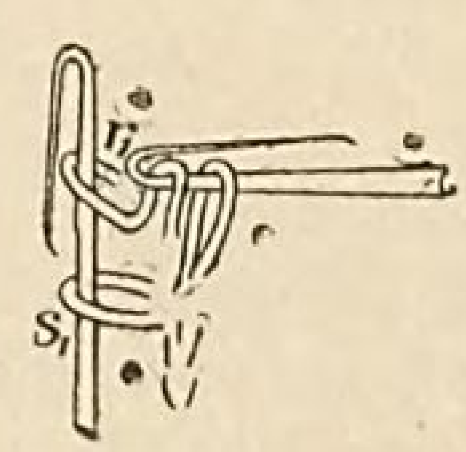
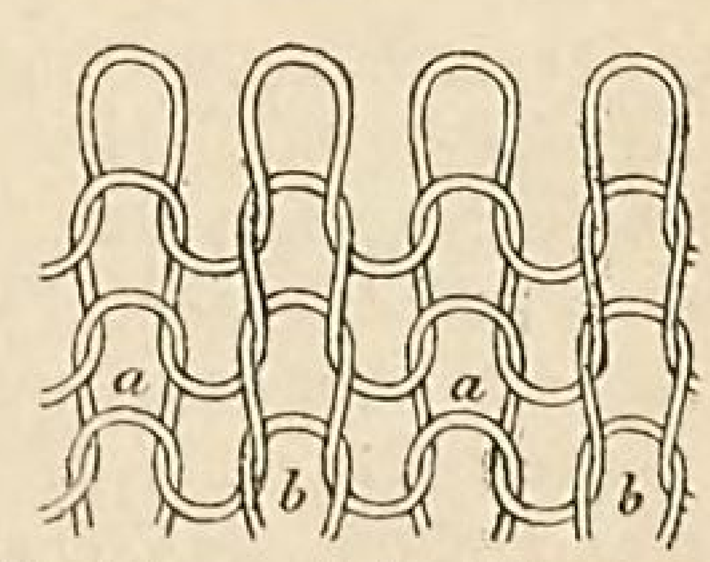


Fig. 5633.



Rechts- und Rechtswaare.

den Nadelschäften. Bei gepressten Nadeln, Fig. 5631, beginnen die Nadeln *b* ihren Rückweg, die Hakenspitzen treten in die alten Maschen ein. Nach dem Auftragen schwingt die Presse *u* zurück und das Abschlag- und Scheuerblech *v* streift die Maschen über die Hakenköpfe und die darin liegenden Henkel. Auf diese Art ist eine Maschinenreihe gebildet worden, die nächste Reihe ist wieder eine Stuhlreihe. Beide Arten von Maschen sind vertical aufwärts gerichtet; im straff gespannten Stoff auf dem Stuhl liegen sie neben einander, in der abgenommenen Waare hinter einander, da sich bei Nachlass der Spannung die Maschen mehr zusammendrängen.

Die Stuhlmaschen werden beim Anschlagen mit ihren oberen Bogenstücken nach (rechts), die Maschinenmaschen von dem Arbeiter (links) weggeschoben; es legen sich die Bogenstücke der ersteren vor die der letzteren hinter die Seitentheile der folgenden Maschen. Fig. 5633 ist das Bild der Fadenverbindung bei gleichmässig ausgespannter Waare. In jeder Reihe wechseln Stuhlmaschen *a* mit Maschinenmaschen *b* ab; letztere, weil nach links abgeschlagen, zeigen auf der dem Arbeiter zugewendeten Seite ihre geraden Schleifentheile oben aufliegend und bieten, wenn die Waare sich zusammenzieht, das Bild der vorderen oder rechten Seite glatter Kulirwaare. Die Stuhlmaschen zeigen diese Eigenthümlichkeit auf der anderen Seite der Waare, letztere hat daher beiderseits gleiches Aussehen und heisst deshalb Rechts- und Rechtswaare. Beim Handstricken erhält man diese Waare, wenn eine Masche glatt, die nächste verkehrt gestrickt wird.

Es folgt aus dem Gesagten, dass aus jeder kulirten Schleifenreihe zwei Maschenreihen gebildet werden, daher ist der Faden viel öfters umgebogen als in glatter Waare, er nimmt auch einen höheren Grad elastischer Verziehung an, wodurch die Rechts- und Rechtswaare sich besonders für jene Theile der Gebrauchsgegenstände eignet, welche an dem Körper sehr dicht anliegen sollen. Da diese Anforderung besonders den Randtheilen zugewiesen ist, so werden auch

diese zumeist als Rechts- und Rechtswaare gebildet und mit dem Namen Ränderwaare (*tricot à côtes, côte anglaise* — *ribbed good*) bezeichnet. Darnach heisst die Maschine auch Rändermaschine.

Ausser der Rechts- und Rechtswaare werden auf derselben Maschine erzeugt: Fangwaare. Diese entsteht dadurch, dass abwechselnd jede kulirte Schleifenreihe nur auf den Stuhlnadeln zu Maschen verarbeitet wird (gepresst und darüber abgeschlagen), während auf den Maschinennadeln die Henkel blos aufgefangen, zu den bereits vorhandenen Maschen geschoben werden und mit ihnen Doppelmaschen bilden. Bei der nächsten Reihenbildung werden nur auf der Maschine Maschen fertig gestellt, d. h. die früher gebildete Doppelmasche über die Henkel abgeschlagen, dagegen auf den Stuhlnadeln die Schleifen zu den alten Maschen geschoben. Fig. 5634 zeigt die Maschenlage nach einer beendeten Maschinenreihe. Fig. 5635 ist das Bild der Fadenverbindung; die Waare hat beiderseits gleiches Aussehen und zeigt immer zwei erhöhte Maschenstäbchen *a* und *b* durch eine zwischenliegende tiefe Furche getrennt. — Unter Perl- oder Perlfangwaare versteht man jene Fadenverbindung, in welcher regelmässig eine Ränderreihe mit einer Fangreihe abwechselt. Die letztere ist dabei immer eine Stuhlreihe. Die Waare hat zu beiden Seiten verschiedenes Aussehen. Patentränderwaare ist regelrechte Rechts- und Rechtswaare mit einem anderen Gesetz der Aufeinanderfolge der Stuhl- und Maschinenmaschen als bei jener.

Links- und Linkswaare, Strickwaare. Bei dieser wechselt je eine links abgeschlagene glatte Maschenreihe mit einer eben solchen rechts abgeschlagen. Das Bild der Fadenverbindung zeigt Fig. 5636.

Im nicht ausgespannten Zustande hat die Waare das Aussehen der linken Seite glatter Waare.*) Für Fangplüsch (vgl. Kulirplüsch pag. 740) dient die Fangmaschine als Rechen.

Fig. 5634.

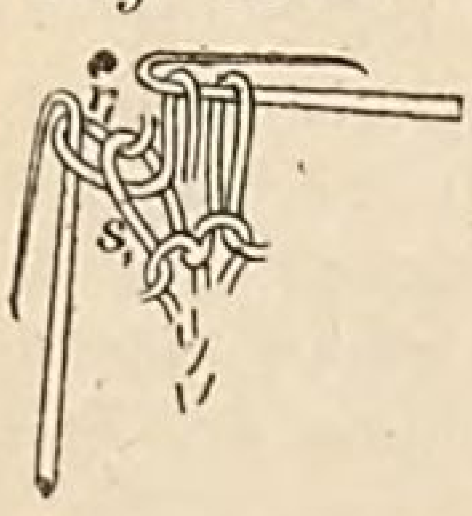
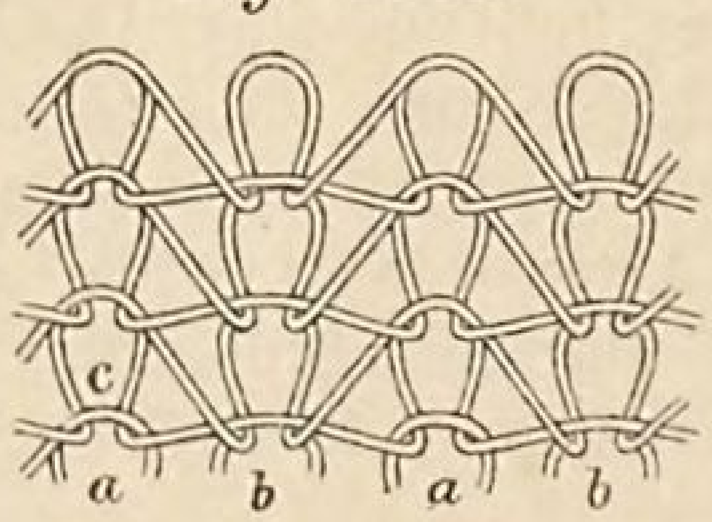
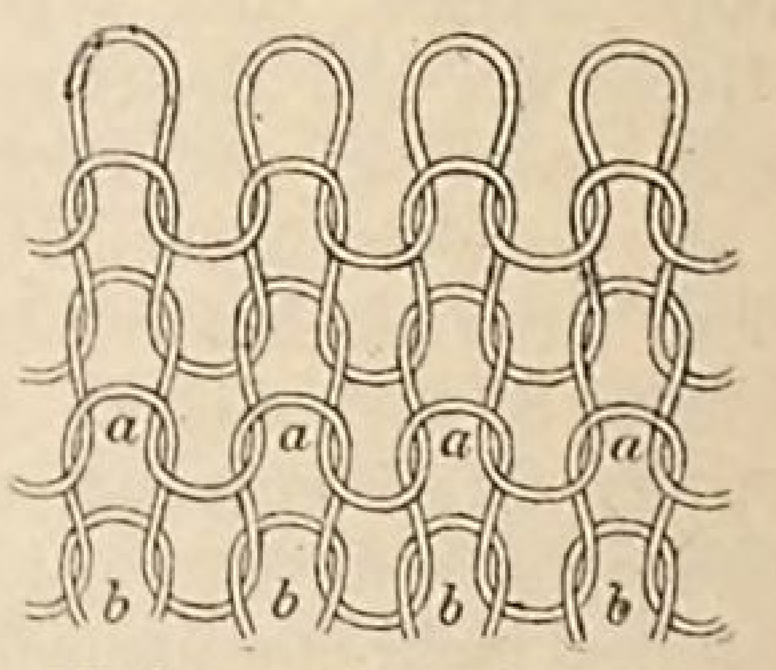


Fig. 5635.



Fangwaare.

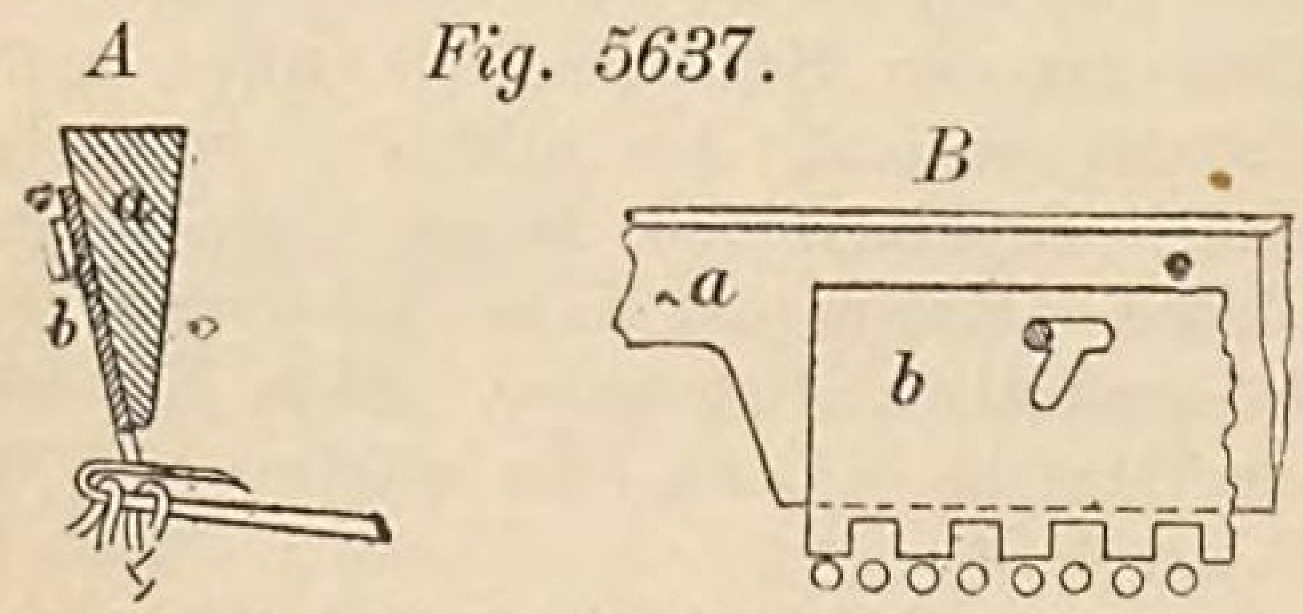
Fig. 5636.



Links- und Linkswaare.

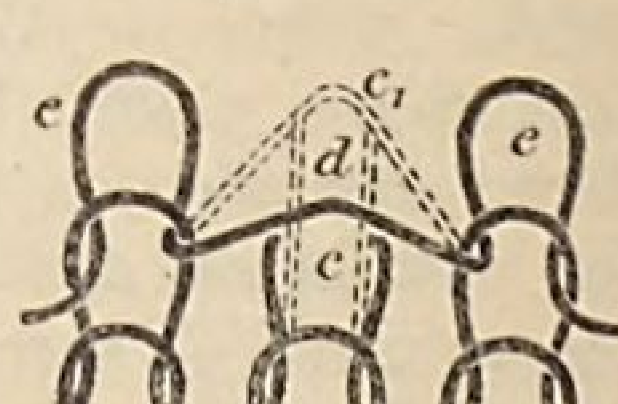
Die Pressmaschine, Pressblech, Blechmaschine (*barre à encoche* — *tuck presser*). Die gewöhnliche Pressschiene *a*, Fig. 5637 *A* und *B*, ist mit einer verschiebbaren Platte *b* armirt. Der untere Rand der Platte *b* ist gezahnt, u. zw.

Fig. 5637.



Pressmaschine.

Fig. 5638.



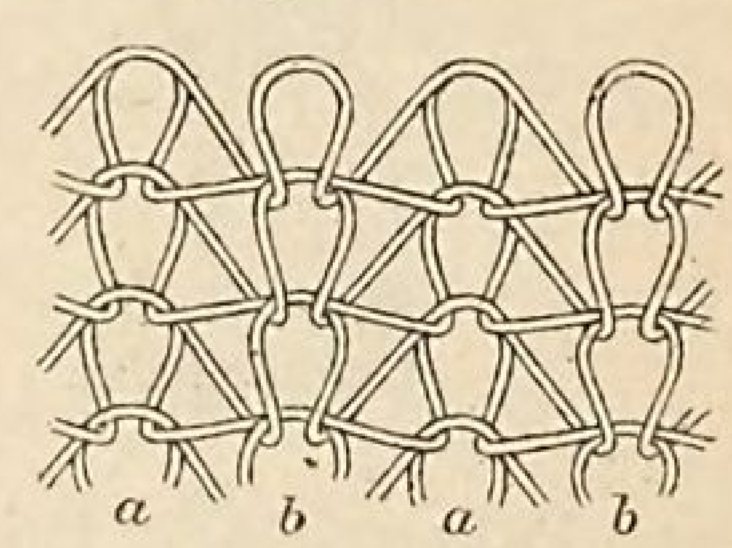
Pressmuster.

ist die Zahntheilung gleich der Nadeltheilung (Einnadelblech), wie in der Figur, oder sie reicht über 2 Nadeltheilungen (Zweinadelblech). Die Zähne

*) Ueber Rändermaschinen siehe Dingl. pol. Journ. Bd. 232 pag. 511, Bd. 234 pag. 453.

der Platte *b* reichen über die Kante der Presse herab und sind beim Pressen die wirkenden Theile. Nur auf jenen Nadeln, welche von diesen Zähnen gepresst werden, erfolgt regelmässige Maschenbildung; bei den übrigen, nicht gepressten Nadeln werden die alten Maschen zu den Henkeln unter die Haken geschoben (Doppelmaschen, vgl. Fangwaare pag. 742). Es entspricht dies den Maschen *c*, *d* in Fig. 5638. Die zu keiner Masche verarbeitete Schleife *d* gibt ihren überschüssigen Faden an die Nachbarmaschen *e*, *e* ab, letztere werden etwas breiter und treten als Erhöhungen aus der glatten Waare hervor. Diese Erhöhungen treten desto deutlicher hervor, je öfter nach einander dieselbe Nadel nicht gepresst wird. Da, vom Arbeiter aus gesehen, in jeder Doppelmasche der neue Henkel vor der dazu geschobenen alten Masche liegt und bei der Verarbeitung blos auf der Rückseite sichtbar bleibt (vgl. pag. 740 pattirte Waare), so eignen sich die Pressmuster (*tricot guilloché — tock stitch patern*) bei Anwendung verschieden färbiger Fäden sehr gut zu Farbpressmustern. Das Bild eines Pressmusters, erzeugt mit einer Einnadelpresse, die in den auf einaneinder folgenden Reihen abwechselnd rechts und links um nur eine Nadeltheilung verschoben wird, bietet Fig. 5639.*)

Fig. 5639.



Pressmuster.

Stech- oder Petinetmaschine (*tickler machine*). Diese Vorrichtung, im Wesen eine Mindermaschine (vgl. pag. 739, Dingl. polyt. Journ. Bd. 240 pag. 186), besteht aus einem um zwei Zapfen drehbaren quadratischen Prisma; darauf sind regelmässig vertheilt Mindernadeln 3, 6, 12 oder mehr angebracht. Die Mindernadeln stehen den Maschinennadeln gegenüber; sie schwingen in einem Rahmen gegen dieselben hin oder von ihnen weg. An dem Querarme des Rahmens ist eine Zahnstange befestigt. Beim Drehen des eingreifenden Zahnrades werden die Decknadeln um so viele Nadeltheilungen gegen die Stuhlnadeln versetzt, als Zähne eines vorhandenen Schaltrades übersprungen wurden.

Zur Bildung der Stechmuster (durchbrochene Waare) erzeugt man auf dem Stuhle zuerst eine glatte Reihe, hebt mit der Maschine einzelne Maschen von den Nadeln ab und hängt sie nach Art des zu bildenden Musters auf andere Nadeln. Hiedurch werden einzelne Nadeln ganz frei und können in der nächst gebildeten Reihe keine Maschen liefern, es entsteht an dieser Stelle in der Waare eine Lücke.

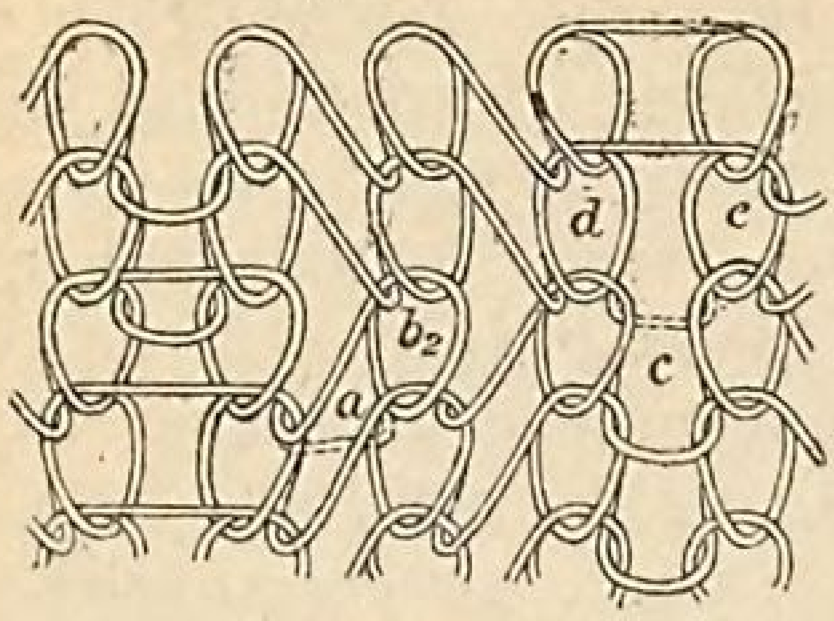
Die Decknadeln müssen nicht vereinzelt, sondern können auch in gleicher Zahl und Theilung als Stuhlnadeln vorkommen. Dann kann man mit ihnen alle alten Maschen von den Nadeln abheben und auf Nachbarnadeln aufhängen, was dem Pressen und Abschlagen der Maschen gleichkommt. Das Muster entsteht hiebei durch Verziehen der Maschen. Wird zwischen die auf den Decknadeln hängenden Maschen und die neu kulirte Reihe ein glatter, vielleicht färbiger Faden eingelegt, so erscheint er in der fertigen Waare wie ein Schussfaden. Diese Waare heisst Schusskulir- auch Riegelwaare und die Maschine darnach Riegelmaschine.

Die Deckmaschine, Haken-, Kanten-, Bajonet-, Ananas- oder Tüllmaschine. Die nicht sehr unterschiedlichen Abarten dieser Maschine haben alle folgende Arbeiten zu verrichten: mit den Nadeln einer Deckmaschine (vergl. pag. 739, Decker) werden einzelne Platinenmaschen (vergl. pag. 730) der letzten Reihe (glatt) erfasst, breit gezogen, über die Stuhlnadeln gehoben und auf eine oder über beide benachbarte Stuhlnadeln aufgehängt (Decken oder Aufdecken), Fig. 5640 ist ein Beispiel vorstehender Fadenverbindung. Die Platinenmaschen *a* und *c* wurden weggezogen, *a* über nur eine Nadel b_2, *c* über zwei Nadeln *d* und *e* aufgehangen.

*) Dingl. polyt. Journ. Bd. 240 pag. 185.

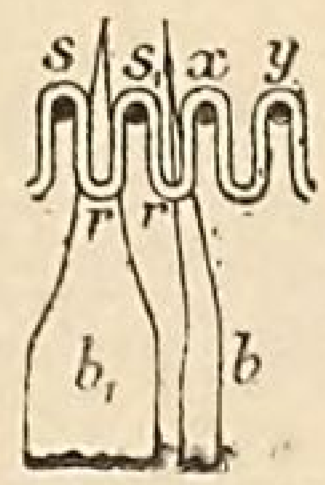
Die zumeist verwendete Deckmaschine, Fig. 5641 *A* und *B*, gleicht im Wesentlichen der Fangmaschine. Ihre Nadelbarre *c* liegt drehbar in zwei Armen *d*

Fig. 5640.



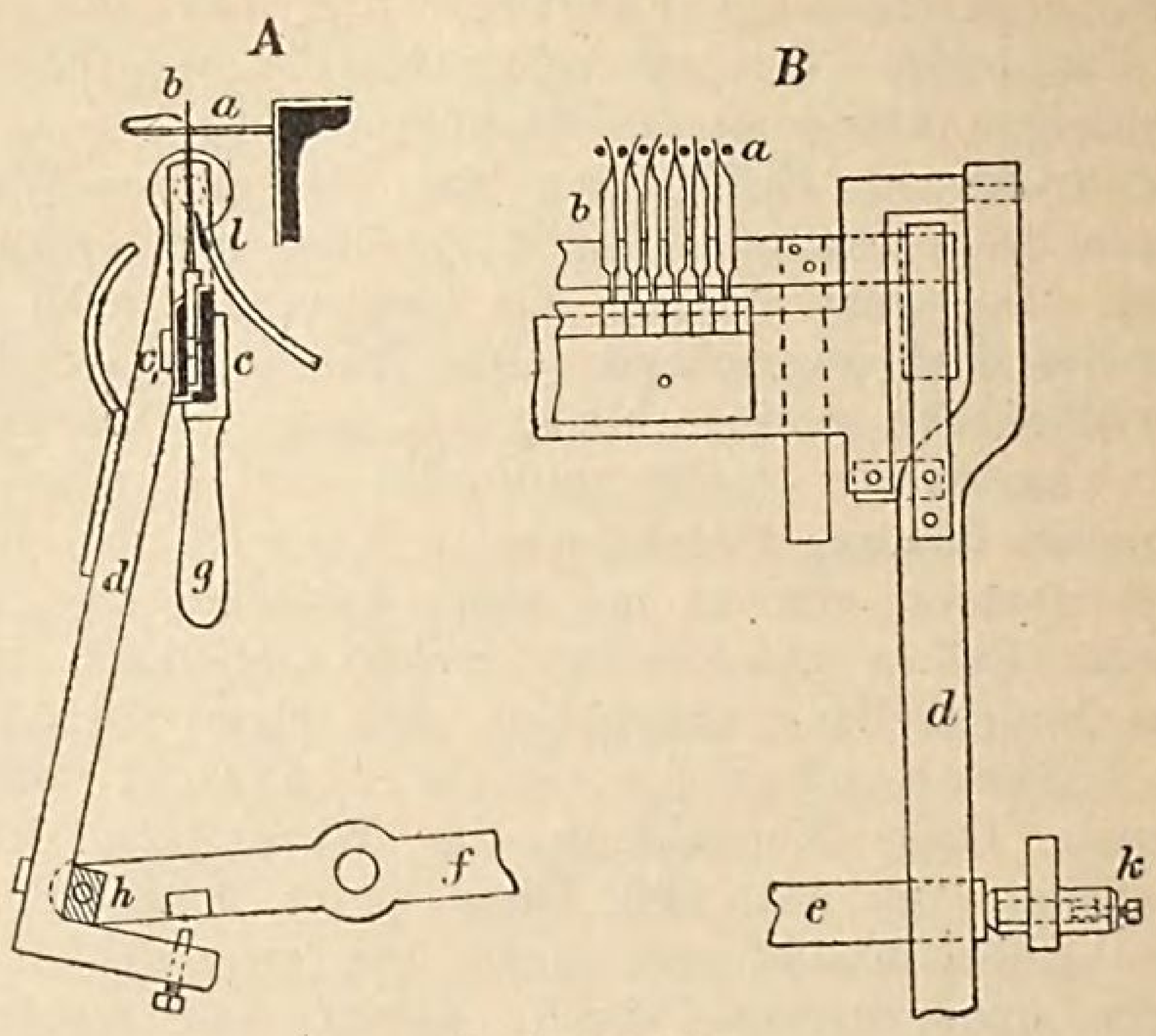
Ananaswaare.

Fig. 5642.



Deckernadel.

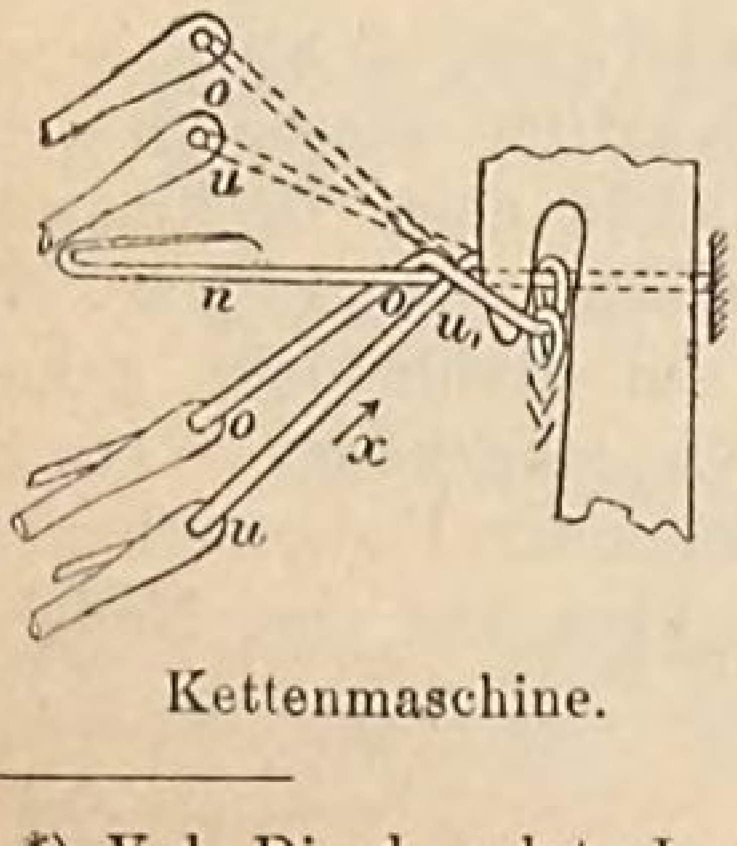
Fig. 5641.



Deckmaschine.

eines Rahmens und kann mittelst des Handgriffes *g* bewegt werden. Der Rahmen ist drehbar in zwei Hebeln *f h* befestigt; er wird gesenkt oder gehoben, wenn die Hebel von einem Fusstritt aus bewegt werden. Durch die seitliche Schraube *k* wird der Rahmen *e d* sammt der Nadelbarre um einen bestimmten Betrag oder einzelne Nadeltheilungen seitwärts verschoben. In der Form sind die Deckernadeln verschieden. Manche sind schmal, andere breit, alle zugespitzt und manche gebogen, Fig. 5642. Die Nadel b_1 ist über zwei Stuhlnadeln breit und heisst Zweinadeldecker. Hinter den Nadeln ist ein Schiebblech *l*, welches die Platinenmaschen selbstthätig von den Maschinennadeln auf die Stuhlnadeln abschiebt. Die Arbeit und Stellung der Maschinennadeln ist ganz ähnlich jenen der Fangmaschine (vgl. diese pag. 740), wobei durch die seitliche Verschiebung und Einwirkung breiter Decker, wie b_1, auf das Muster Einfluss genommen wird. Bei einer bestimmten Anordnung breiter und schmaler Decker, sowie regelmässiger seitlicher Verschiebung derselben, wechseln dichtere Stellen und Oeffnungen an lockeren Stellen mit einander so ab, dass die Waare einige Aehnlichkeit mit der Mantelfläche der Ananasfrucht zeigt. Darauf bezieht sich die Bezeichnung Ananasmaschine und Ananaswaare, Fig. 5640. Wo Zweinadeldecker, wie b_1, vorkommen, dort werden die Platinenmaschen am weitesten ausgezogen und dem entsprechend die Nachbarmaschen am engsten an einander gestellt.*) Enthält eine Ananasmaschine nur breite Decker und erfolgt in jeder Reihe die seitliche Verschiebung um eine Nadeltheilung, so heisst die Maschine speciell Tüll- oder Hakenmaschine und wird in der Gestalt für starke wollene Waaren benützt.

Fig. 5643.



Kettenmaschine.

Kettenwaare. Ausser dem auf pag. 736 betrachteten Falle der Maschenbildung mit nur einer Kette ist es auch thunlich, mehrere Kettenmaschinen, Fig. 5643, an dem Handstuhl über einander anzuordnen und dadurch mehrere Reihen Kettenfäden

*) Vgl. Dingl. polyt. Journ. Bd. 233 pag. 201.

in die Stuhlnadeln einzuführen. Hiedurch sind mannigfache Fadenverbindungen, wie Farbmuster in dichter oder durchbrochener Waare leicht herzustellen. Auch die Kettenwaaren sind als glatte und gemusterte zu trennen, erstere werden auf dem Kettenstuhl allein, letztere auf dem Stuhl bei Anwendung der verschiedenen Maschinen (Ketten-, Press-, Fangmaschine) erzeugt.

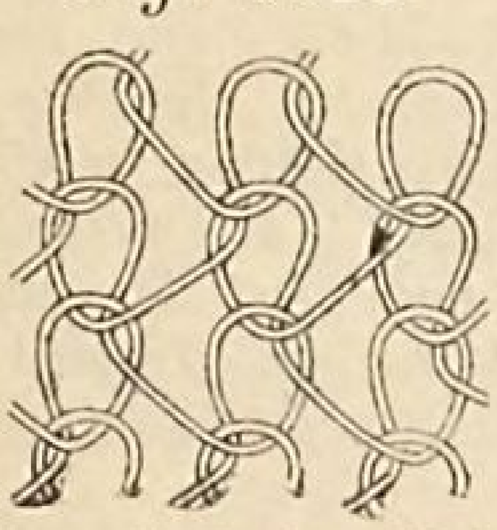
Glatte Kettenwaare.

a) Dichte Waaren, gearbeitet mit nur einer Maschine. Enthält der Kettenstuhl nur eine Maschine, so werden alle Kettenfäden gleichzeitig geführt und entweder über oder unter die Nadeln gelegt. Die Fadenreihen bilden in den horizontalen Maschenreihen an jeder Stelle dieselbe Figur.

In diese Gruppe gehören: Halber, einfacher Tricot, einlegiger Atlas, Kettentuch und Englisch Leder.

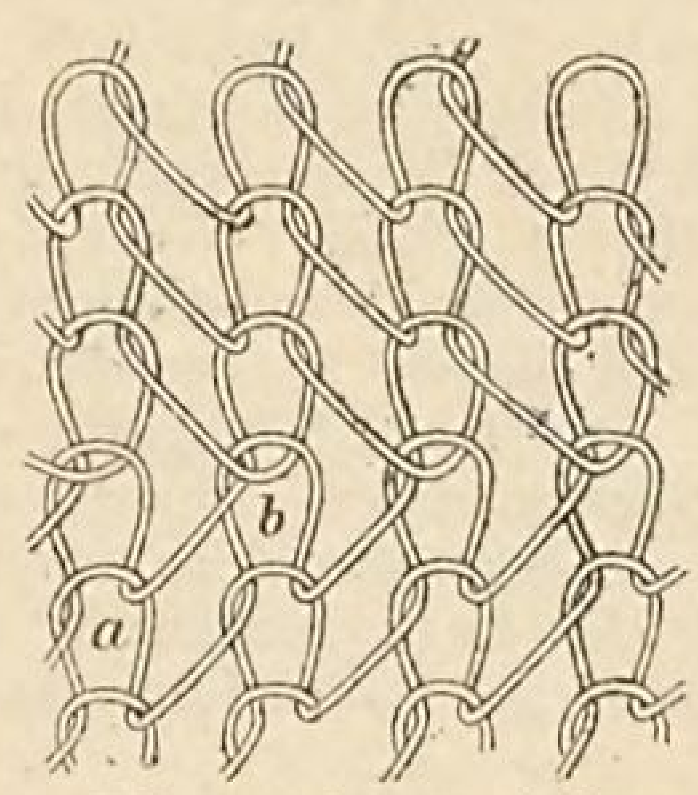
1. Halber, einfacher Tricot ist aus Baumwolle oder starkes Wollgarn. Die Maschine enthält volle Fäden, d. h. jede Lochnadel führt einen Kettenfaden. Die Legung ist in jeder Reihe erst unter, dann über eine Nadel nach derselben Seite hin und dies abwechselnd nach links und rechts in den auf einander folgenden Reihen. Fig. 5644 ist das Bild der Fadenverbindung. 2. Einlegiger oder einmaschiniger Atlas. Aus Seide oder feiner Baumwolle gefertigt, dient dieser Stoff für Handschuhe, aus starkem Wollgarn für Hosenstoffe. Bei sonst gleicher Dichte und Feinheit enthält diese Waare die geringste Fadenmenge. Aus dem Bild, Fig. 5645, und Skizze der Fadenlage, Fig. 5646, sieht man, dass die Platinen-

Fig. 5644.



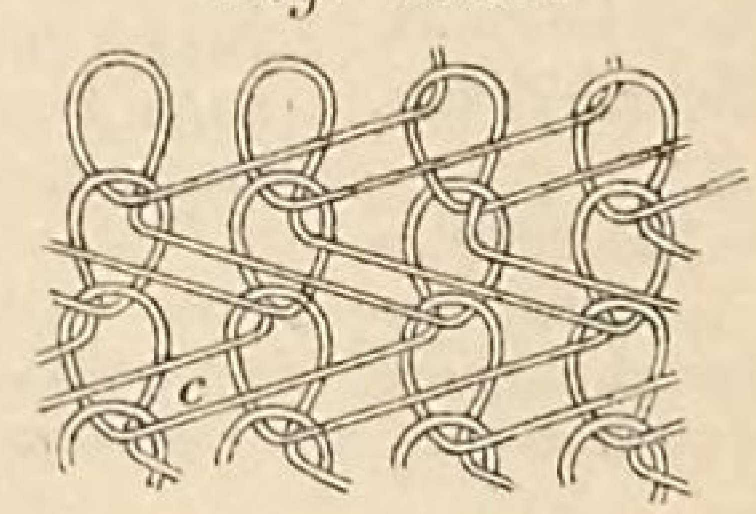
Halber einfacher Tricot.

Fig. 5645.



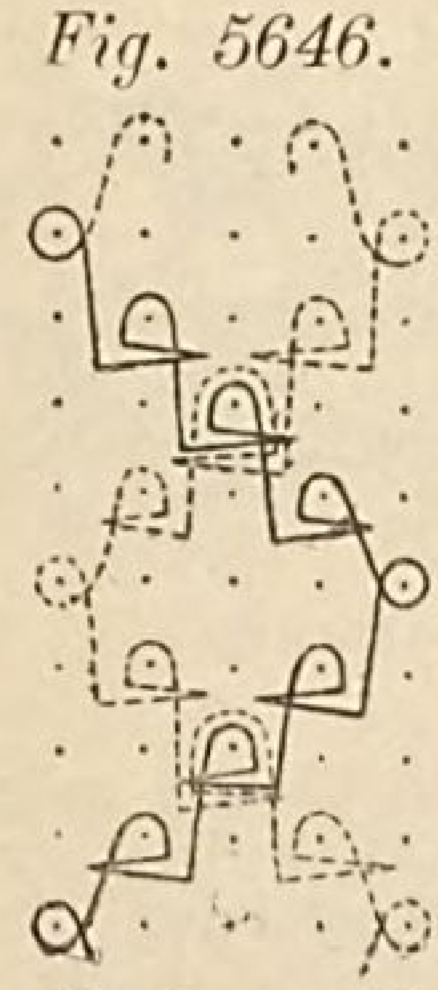
Einmaschiger Atlas.

Fig. 5647.



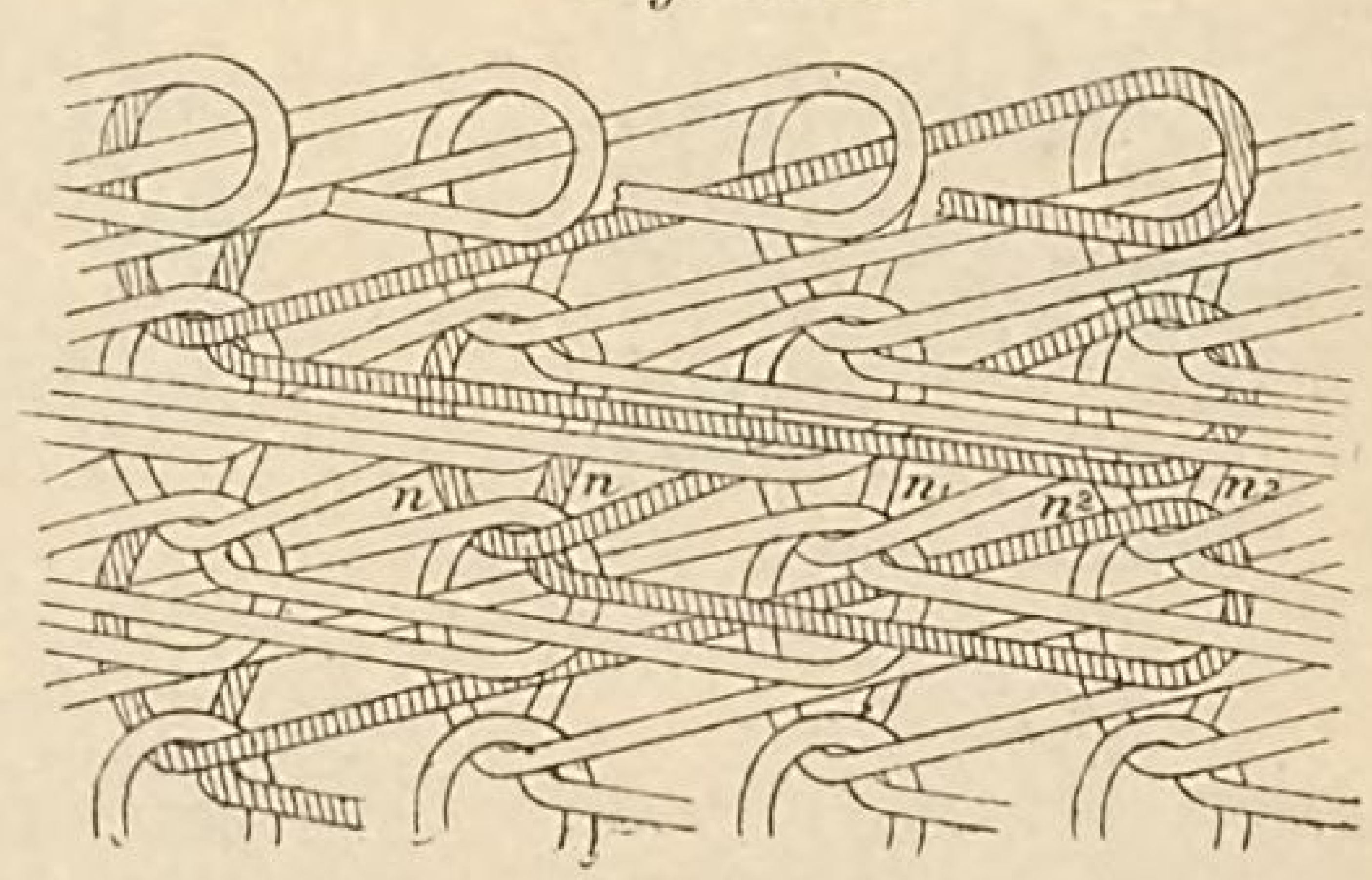
Kettentuch.

Fig. 5646.



Fadenlage für einmaschigen Atlas.

Fig. 5648.



Englisch Leder.

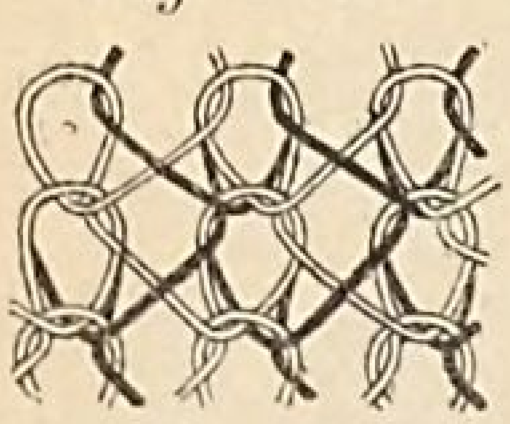
maschen hier sehr kurz sind, der Faden einer Reihe *a* führt unmittelbar, ohne erst unter eine Nadel zu gehen, zu der Masche der nächsten Reihe *b*. Die Legung erfolgt über je eine Nadel durch mehrere Reihen hin nach derselben Seite, dann aber auf ebenso viele nach entgegengesetzter Seite zurück. Die Umkehrreihe hat eine Legung unter eins, über eins. 3. Zu Tuch oder Kettentuch wird Streichgarn verarbeitet; die Kettenmaschine hat volle Fäden und legt in einer Reihe unter 2 über 1 nach rechts und in der folgenden unter 2 über 1 nach links zurück. Fadenverbindung Fig. 5647. Die Waare wird schwach gewalkt. 4. Englisch Leder enthält sehr viel Baumwollgarn eingearbeitet, Fig. 5648. Der Faden geht unter 2 über 1 links, dabei die Masche *n* bildend, hierauf unter 2 über 1 rechts ohne eine Masche zu bilden, sondern wird zur vorhandenen Masche n_2 blos als Schleife aufgelegt und entsteht beim späteren Abschlagen durch diese blinde Legung eine Doppelmasche.

b) Dichte Kettenwaaren mit zwei oder mehreren Maschinen gearbeitet.

Bei zwei Kettenmaschinen mit „vollen" Fäden sind doppelt so viel Kettenfäden als Stuhlnadeln vorhanden. Beide Maschinen können gleichzeitig ihre Fäden nach derselben oder in entgegengesetzter Richtung legen. Im letzten Falle entstehen zwei zu einander symmetrisch liegende Schleifen, die ihnen entsprechenden Maschen werden gleichmässig gegen links und rechts gezogen und nehmen dadurch ohne jede Verziehung wie in der Kulirwaare eine aufrechte Lage ein, Fig. 5649. Die Maschinen sind am Kettenstuhl übereinander angebracht. Bei zwei Maschinen erscheint der Faden der unteren gewöhnlich auf der Waaren-Vorder- und Rückseite oben aufliegend. In den Nadelmaschen deckt er den Faden der oberen Maschine ziemlich vollkommen und kreuzt ihn in den Platinenmaschen. Diese Thatsache benützt man zur Bildung von Farbenmustern, man bringt eben an geeigneten Stellen den einen oder anderen Faden auf der Waarenvorderseite oben auf. Für grosse Gleichförmigkeit und Regelmässigkeit muss dieses an sich nicht ganz sichere Verfahren durch das Plattiren (siehe pag. 747) unterstützt werden.

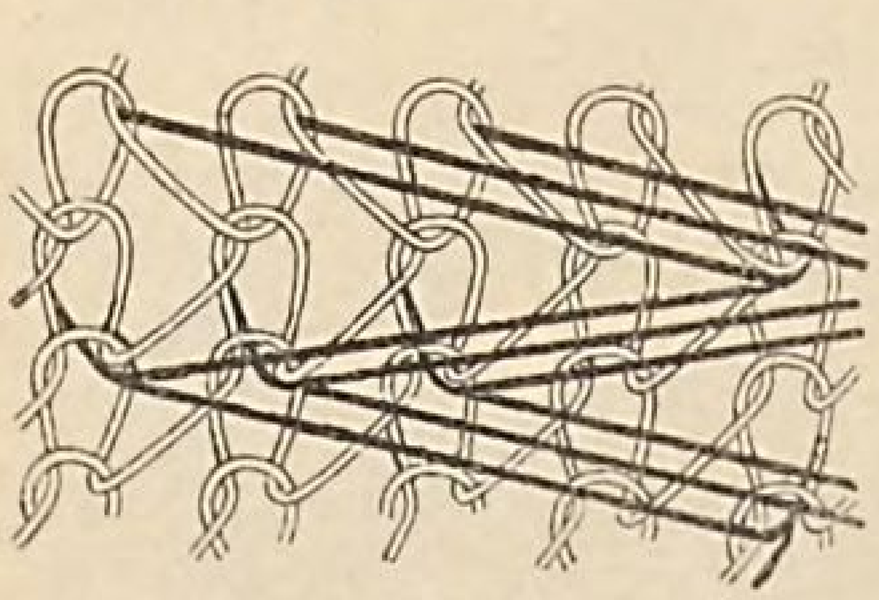
Es gehören hieher: 1. einfacher Tricot, Fig. 5649 (Bild der Rückseite). Derselbe ist Stoff für Handschuhe aus Baumwolle oder Seide. Beide Maschinen haben volle Fäden und legen entgegengesetzt unter *1*, über *1* und zurück. Jede Masche besteht aus zwei Fäden, der schwarz gezeichnete gehört der unteren Maschine an. 2. Atlas, Atlastricot. Dieser hat bei gleicher Verwendung gleiche Erzeugungsart als einlegiger Atlas. 3. Wollener Sammt, Plüsch, Pelz, Fig. 5650. Bei Erzeugung der früheren Waaren legen beide Maschinen gleich, hier haben sie jedoch verschiedene Legung. Auf der Waarenrückseite liegen lange Fadenlagen oben auf, reichend über 4 Nadeln, sie entsprechen den Platinenmaschen. Diese Fäden sind gegeneinander nicht zu verziehen, denn sie bilden auch Maschen und liegen in den Stuhlmaschen auf der Vorderseite sogar oben auf. Diese aus Wollgarn bestehenden Fäden gehören der unteren Maschine an und haben eine Legung unter *4* über 1 und zurück. In ausgespannter Waare ist noch eine zweite Fadenlage zu erkennen. Es sind dies nach Art des einlegigen Atlas verschlungene Baumwollfäden mit der Legung unter *1*, über *1* rechts, dann 3 Reihen über *1* nach rechts und umkehren unter *1* über *1* nach links. Die Rückseite ist die Gebrauchsseite. Die langen Henkel werden aufgeschnitten und gebürstet. 4. Sammt, seidener Sammt, Fig. 5651. Zu seiner Herstellung dienen drei Maschinen, die obere und mittlere, je mit vollen Fäden, legen zu einander entgegengesetzt, u. zw. unter *1*, über *1* und zurück. Die unterste, die Sammtmaschine, legt unter *4*, über 1 und zurück. 5. Tricot mit Futter, Fig. 5652. Auch hier arbeiten 3 Maschinen zusammen. Die untere Maschine mit dem Faden *u* bildet Tuchlegung: unter *2*, über *1* und zurück. Die beiden anderen Maschinen geben den Grundstoff, u. zw. besteht dieser aus halbem Doppeltricot, Faden *m*, Legung unter 2, über 1 und zurück und halbem einfachen Tricot, Faden *n*, Legung unter *1*, über *1* und zurück. Näheres über diesen Stoff, siehe G. Willkomm, pag. 116. 6. Tuch mit Futter. Dieses

Fig. 5649.



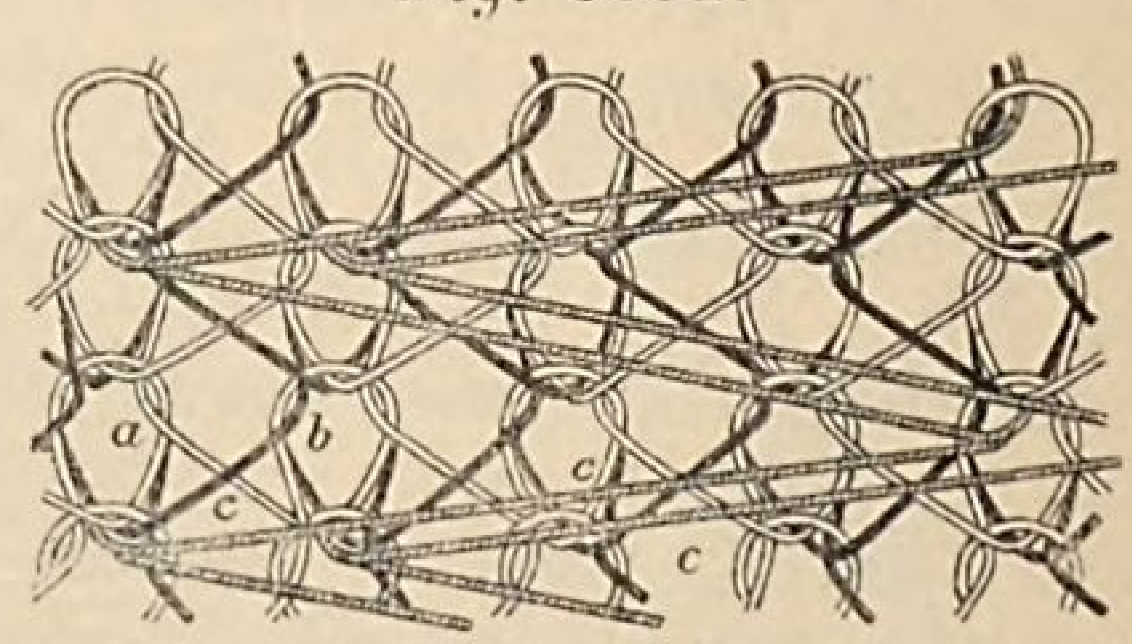
Einfacher Tricot.

Fig. 5650.



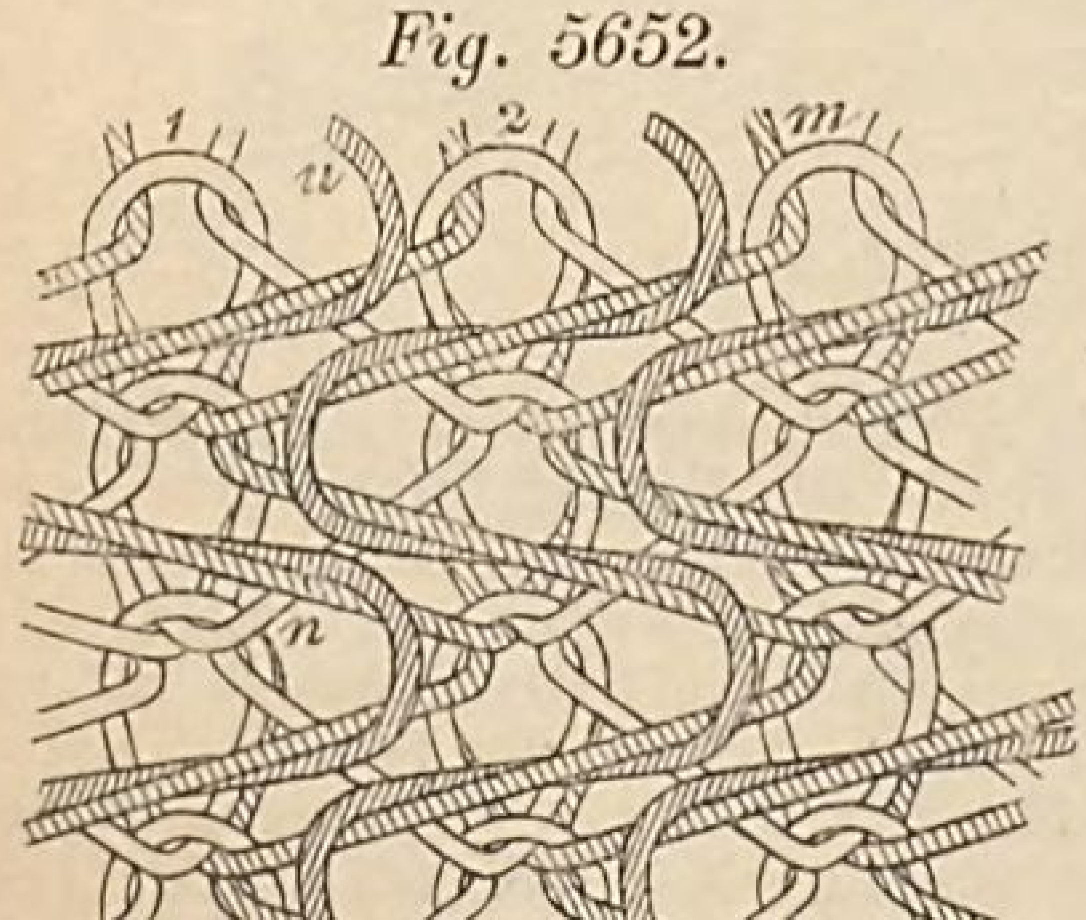
Wollener Sammt.

Fig. 5651.



Seidener Sammt.

Fig. 5652.



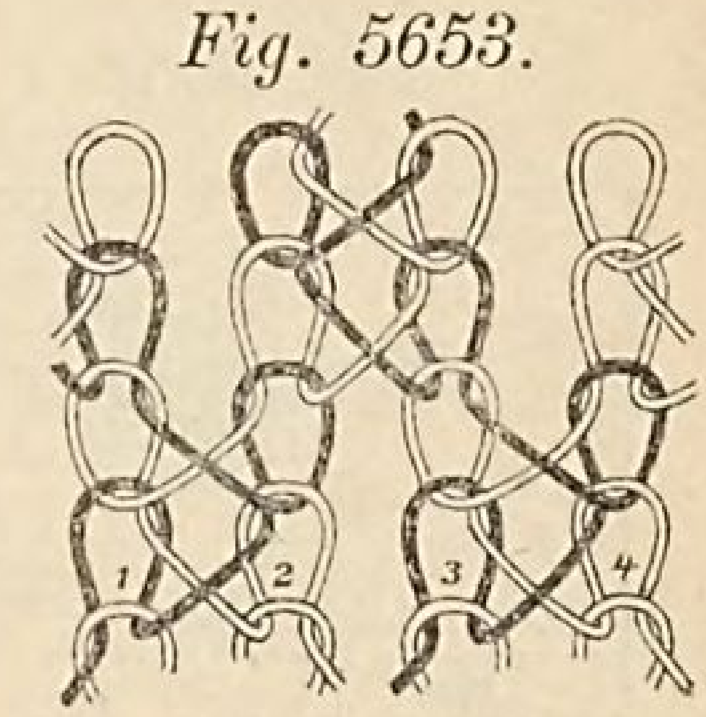
Tricot mit Futter.

kann aus dem früheren durch Hinweglassen aller Fäden *n* in Fig. 5652 entstanden gedacht werden. Nach dem verarbeiteten Garn führt dieser Stoff verschiedene Bezeichnungen: Doppeltuch oder Kamelot (Grundstoff und Futter: Streichgarn. Dicht gewalkt). Tuch mit Futter. (Decke: Streichgarn, Futter: Baumwollfäden). Plüschfutter (Decke: Baumwolle, Futter: Streichgarn). Baumwollenes Futter (Decke und Futter: Baumwollfäden). 7. Atlas mit Futter wird ähnlich erzeugt wie Tricot mit Futter.

c) Plattirte Kettenwaaren. Damit die Fäden der untersten Maschine sicher auf der Vorderseite aufliegen (vgl. pag. 740), wird bei plattirten Waaren folgendes Verfahren eingehalten: Die Kettenfäden, welche auf der Waarenvorderseite sichtbar sein sollen, legt man in die obere, die anderen in die untere Maschine und legt beide getrennt von einander über die Nadeln. Die Maschinen werden zweimal nach einander über die Stuhlnadeln gehoben. Beim ersten Hub verschiebt man blos die obere Maschine mit den Plattirungsfäden zur Seite über die Nadeln und lässt die gebildeten Schleifen ganz hinter bis an die Platinenschnäbel gleiten. Dann senkt man die Maschinen und schiebt die obere Maschine um eine Nadel zurück und bildet so um die Stuhlnadel keine offene, sondern eine ganz herumgeschlungene Schleife, welche sich durch andere Schleifen nicht so leicht verdrängen lässt. Beim zweiten Hub der Maschinen lässt man nur die untere Maschine Schleifen bilden, letztere schieben sich nach hinten bis an die vorhandenen Schleifen der oberen Maschine und behalten diese Lage während der folgenden Arbeiten bei.

d) Durchbrochene Kettenwaaren. Neben den bisher betrachteten dichten Kettenwaaren gibt es auch durchbrochene Kettenwaare oder Filetwaare. In letzterer fehlen an vielen Stellen die seitlichen Verbindungen zweier Nachbarmaschen, wodurch in der Waare Durchbrechungen oder Oeffnungen entstehen. Beim Arbeiten legt man mit den Maschinen so, dass jeder Kettenfaden in jeder Reihe immer auf derselben Stuhlnadel, oder bei halb so vielen Fäden als Nadeln vorhanden sind, über denselben zwei Nadeln Schleifen bildet. Dadurch entstehen von einander getrennte Maschenstäbchen.

Fig. 5653.



Gewöhnlicher Filet.

Nach einer bestimmten Anzahl Reihen verbindet man die Stäbchen mit einander u. zw.: 1. Man legt die Fäden blind auf die Nachbarnadeln und zieht dadurch je zwei Maschen eng aneinander. 2. Man ändert die Richtung der Legungen, so dass jeder Faden auf solchen Nadeln Maschen bildet, die zu seiner früheren Lage benachbart sind. 3. Besondere Maschinen bilden von Zeit zu Zeit Fadenlagen und vereinigen dabei einzelne Maschen zweier Stäbchen. Auch diese Gruppe umfasst verschiedene Stoffe, als deren Vertreter sei hier blos der gewöhnliche Filet, in Figur 5653 abgebildet, erwähnt. Es arbeiten hier 2 Maschinen mit halben Fäden, d. h. jede 2. Nadel enthält nur einen Faden. Die Legungen sind gleichartig, doch entgegengesetzt und ist der Verlauf mit dem abwechselnden Versetzen von Stäbchen zu Stäbchen aus der Zeichnung zu ersehen.

e) Schusskettenwaaren werden ähnlich wie Schussculirwaare dadurch erhalten, dass in jeder Reihe ein Schussfaden quer zur Arbeitsrichtung des Waarenstückes eingelegt und von den Maschen festgehalten wird.

Wirkmuster in Kettenwaare. Diese sind, wie schon pag. 743 erwähnt wurde, zumeist Pressmuster. Auch die Ananasmaschine gelangte zur Anwendung.

Kulirkettenwaaren sind Verbindungen beider im Früheren beschriebenen Waarensorten.

Mechanische Wirkerei (*tricoter au métier — frame work knitting, knitting hosiery by power*). Bei allen bisher betrachteten Wirkstühlen musste eine Reihe von Arbeiten durch Zuthun des Arbeiters vorgenommen werden. Anders ist dies bei den mechanischen Stühlen (*métier automatique — power*

frame, rotary frame, rotary); hier werden die einzelnen Arbeiten durch Zusammenwirken der Maschinentheile ohne Mithilfe des Arbeiters durchgeführt. Letzterer hat blos die Ueberwachung, beziehungsweise bei Mangel an Elementarkraft den Antrieb zu besorgen.

Sowohl Handkulir- als auch Handkettenstühle erfuhren die Umgestaltung in mechanische Stühle.

Mechanische Kulirstühle. Der Uebergang von Hand- zu mechanischen Stühlen bei Verfertigung regulärer Waaren bot anfangs grössere Schwierigkeiten als bei Herstellung geschnittener Waaren. Nach letzterer Richtung hin finden wir daher auch die ersten Abänderungen, deren wichtigste in der Umformung des flachen Stuhles in den Randkulirstuhl (*métier circulaire — round knitting frame*) besteht.

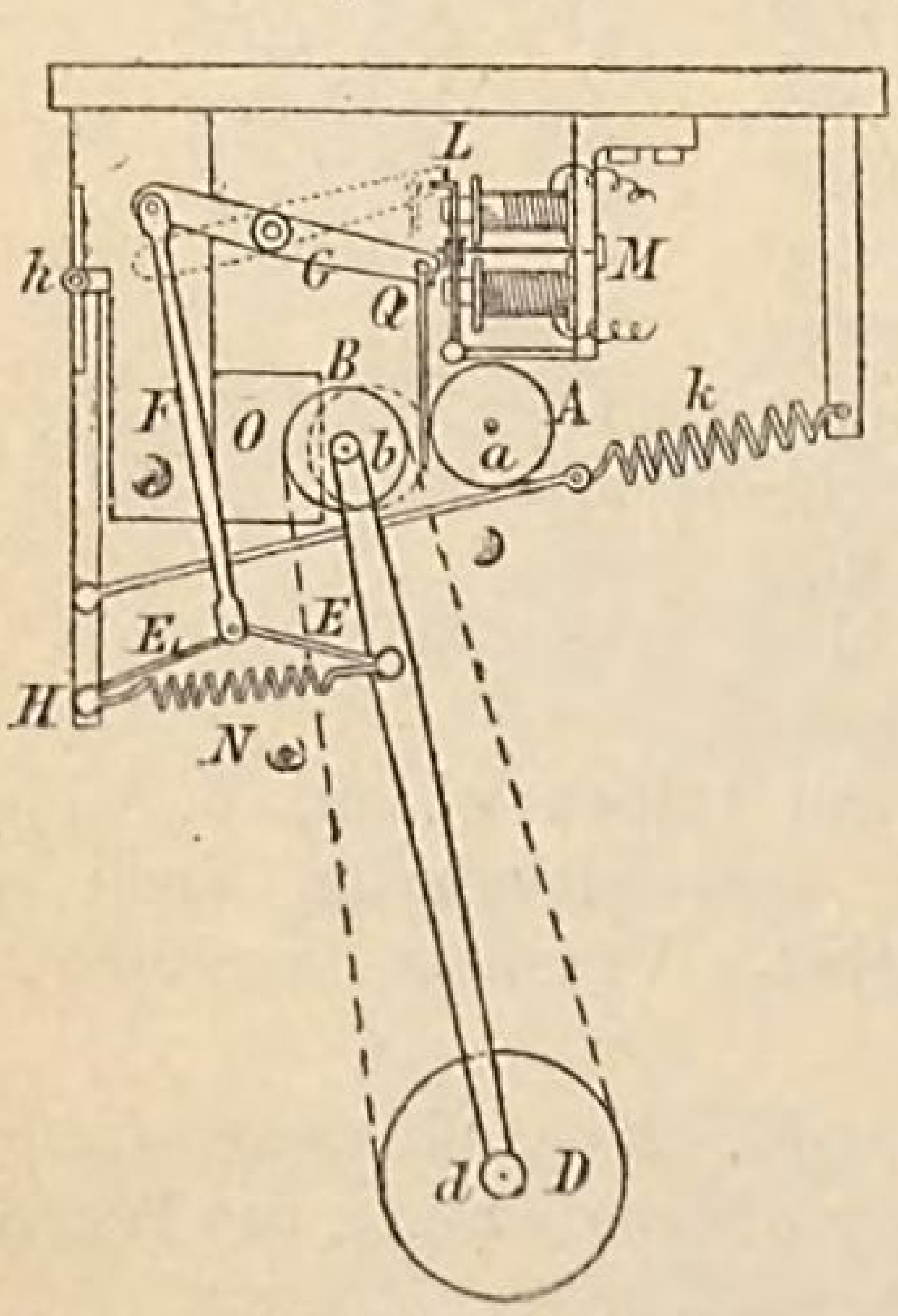
Nach der Nadellage*) unterscheidet man die Rundstühle in französische und englische. Bei ersteren liegen die Nadeln in einem meist ebenen Kreisringe radial, bei letzteren in einer Cylinderfläche und parallel zu einander.

Französische Rundkulirstühle. Diese haben entweder gewöhnliche Haken- oder Spitzennadeln und eignen sich zum Wirken glatter Waare, oder sie arbeiten mit Zungennadeln, u. zw. entweder glatte Waare oder Wirkmuster.

Der Antrieb der Rundkulirstühle erfolgt ausser durch Elementarkraft auch häufig von Hand des Arbeiters aus. Bei Elementarbetrieb ist das Hauptgewicht auf selbstthätige Abstellung bei Eintritt von Störungen, als: Fadenbruch, Einlauf zu starker Fäden oder Verbiegen von Nadeln zu legen. Die verwendeten Ausrückvorrichtungen wirken theils rein mechanisch, theils mechanisch unter Mithilfe eines elektrischen Stromes. In Fig. 5654 ist das Schema einer Ausrückung der letzten Art gegeben.

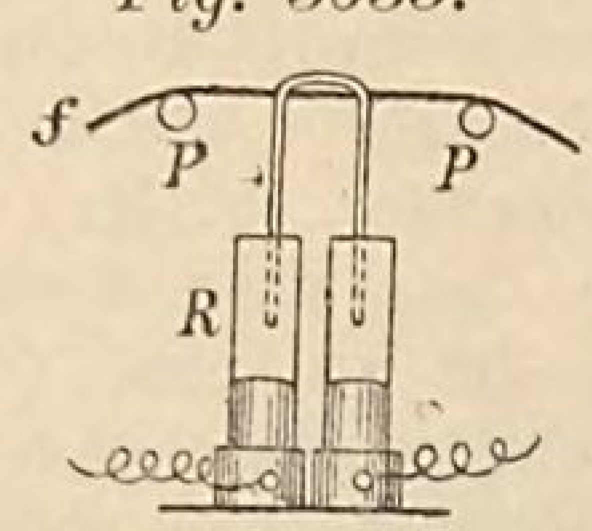
Zwischen der Triebwelle *d* des Stuhles und der Haupttransmission *a* ist eine um *d* schwingende Zwischenwelle *b* in dem Arme *b d* gelagert. Eine Frictionsscheibe *A* auf *a* treibt eine gleiche Scheibe *B* auf *b* und erst von *b* erfolgt der Antrieb auf *d* mittels Riemens. Mit dem Arme *b d* ist gelenkig ein Zwischenstab *E* verbunden. Letzterer bildet die Verbindung mit der Zugstange *F* und dem Hebel *G*. Ein zweiter Stab E_1 geht von der Zugstange *F* zu dem um *h* drehbaren Arme *H*. An dem Hebel *G* hängt eine Platte *Q*; für gewöhnlich ist sie von dem Rahmen *L* in der gehobenen, punktirten Lage gehalten. Der eiserne Rahmen *L* liegt im Bereiche eines

Fig. 5654.



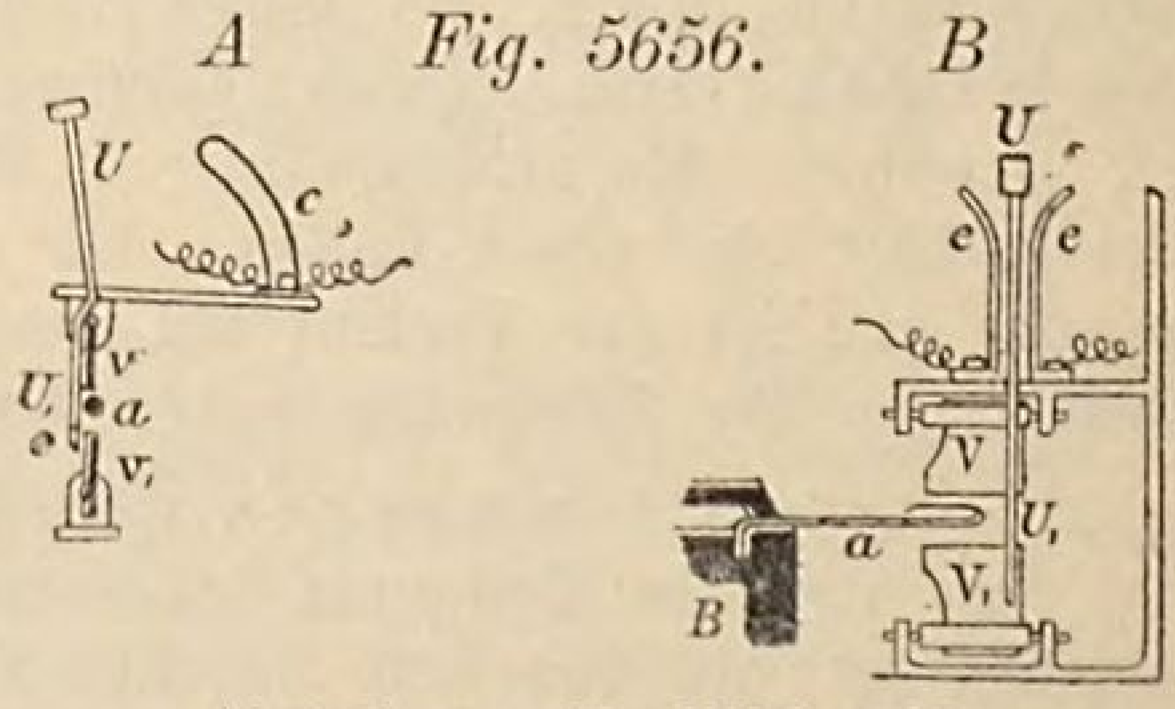
Abstellvorrichtung für Wirkstühle.

Fig. 5655.



Abstellvorrichtung bei Fadenbruch.

A *Fig. 5656.* B



Abstellvorr. für Wirkstühle bei Eintritt zu dicken Fadens.

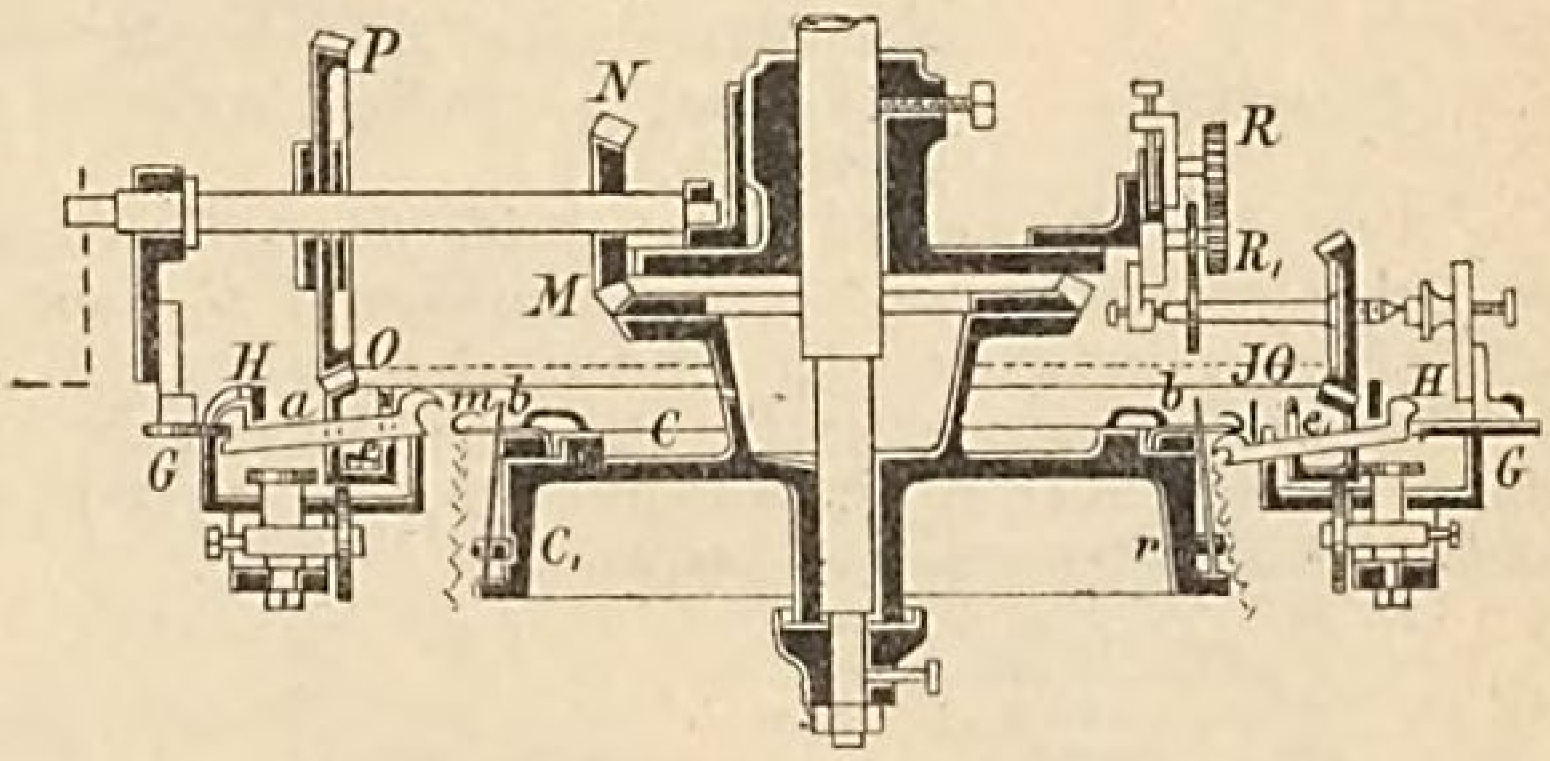
kleinen Elektromagneten. Wird der Strom geschlossen, so ziehen die Elektromagneten *M* den Rahmen *L* an sich, der Hebel *G* wird frei und sinkt sammt der Platte *Q*. Letztere kommt zwischen die Frictionsscheiben zu liegen und wird von denselben eingezogen. Dabei verliert *B* nicht nur den Antrieb. sondern wird auch durch die Wirkung der Stangen *E* und Feder *N* noch an einen Bremsklotz *O* angedrückt, wodurch die Abstellung des Stuhles rascher vollendet ist. Am Stuhle selbst sind die kleinen Vorrichtungen Fig. 5655 u. 5656 angebracht, von welchen nach Bedarf der Stromschluss bewirkt wird. Nahe der Verarbeitungs-

*) G. Willkomm, Technol. d. Wirkerei, pag. 148.

stelle liegt jeder Faden f auf 2 Rollen P, Fig. 5655. Zwischen beiden ist eine Gabel über den Faden gelegt, deren Zinken in zwei Quecksilbergefässe R reichen, doch ohne zu tauchen. Bei Fadenbruch fällt die Gabel herab und der Stromschluss ist erreicht. Für gebogene Nadeln oder zu dick eingeführtes Garn dient der Apparat Fig. 5656 A und B. Dicht über und unter den Nadeln sind leicht bewegliche Platten $V\,V_1$ angebracht und mit der Achse der oberen ein hammerähnlicher Hebel $U\,U_1$ verbunden. Kommt eine gebogene oder mit zu dickem Garn umschlungene Nadel zwischen die Platten $V\,V'$, so streift sie an eine von beiden an, letztere schwingt seitwärts, bewegt den Arm U_1 nach links, also U nach rechts. Durch das Uebergewicht des kleinen Gewichtes fällt der Hebel bis an die Contactstäbe e, so dass der Strom geschlossen wird, wodurch die Abstellung erfolgt.

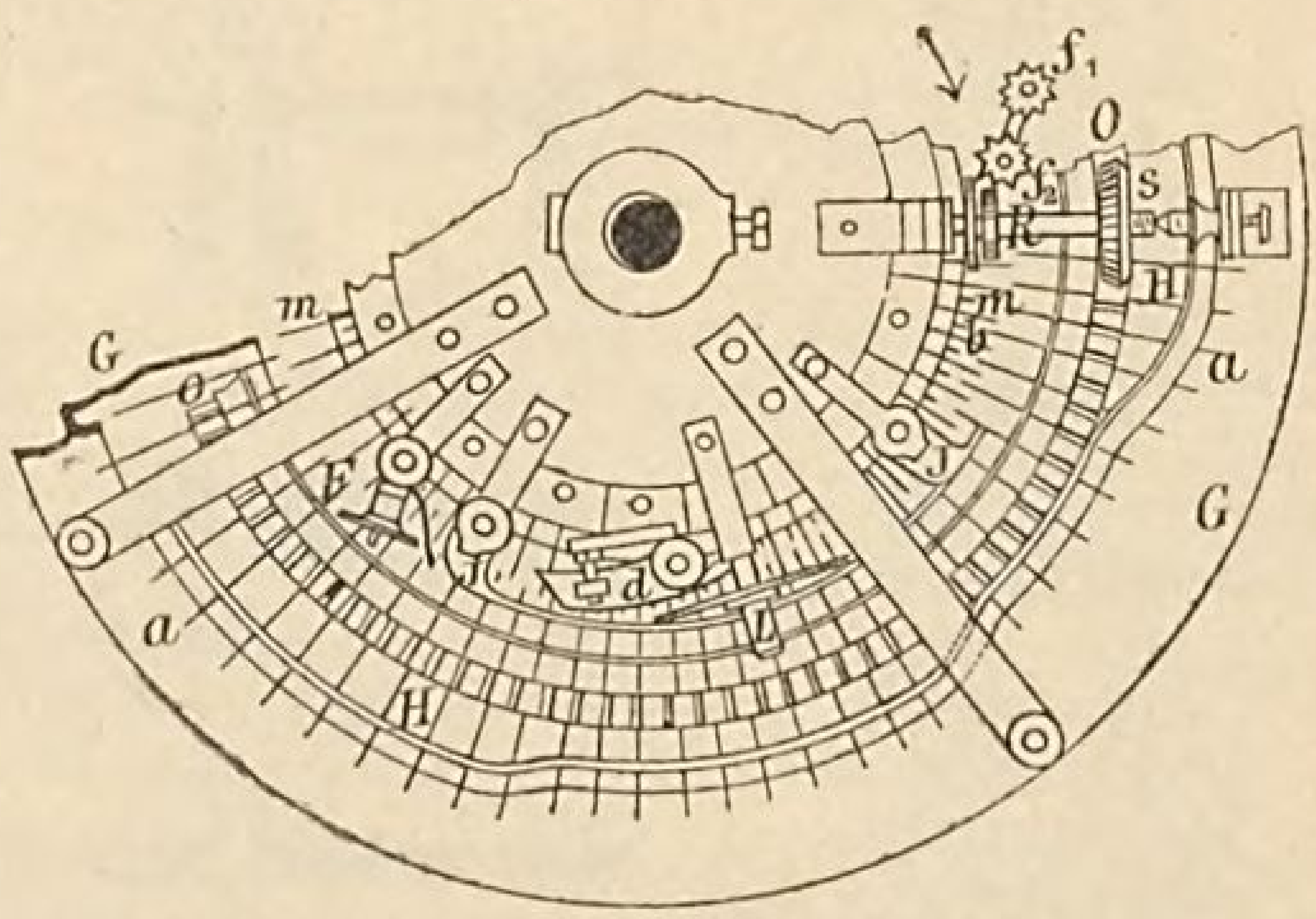
Ausgenommen die Rundstühle mit **innerer Fontur**, d. h. solche mit nach dem Kreisinneren gerichteten Nadelhaken, dreht sich bei allen anderen die Nadelreihe um eine Achse im Kreise herum, und geht jede Nadel an allen für die Maschenbildung nöthigen Theilen (Fadenführer, Kulirapparat u. s. w.) vorbei.

Fig. 5657 a.



Von den älteren Stühlen zeigt der von **Jouvé** am besten den Uebergang vom Flach- in den Rundstuhl, weniger ausgeprägt ist dies bei dem Stuhle von **Berthelot**, Fig. 5657 *a* und *b*.

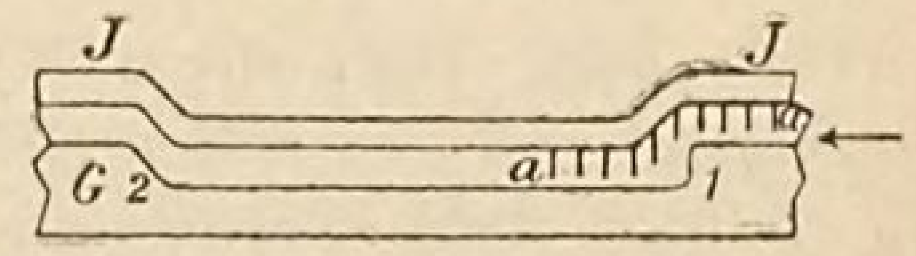
Fig. 5657 b.



Rundkulirstuhl von Berthelot.

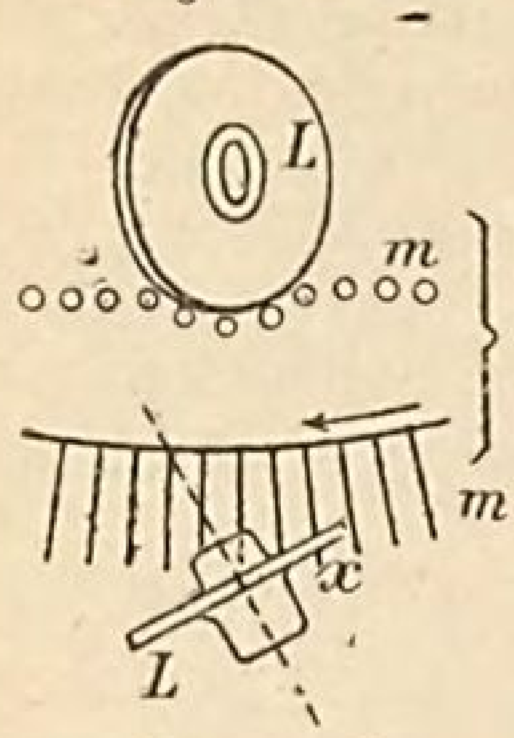
Die Nadeln m sind im Kreise an dem cylindrischen Mantel C_1 (*tambour*) befestigt. Zwischen den Nadeln liegen die **Platinenstäbchen** (*contre platine*) b, diese ruhen auf dem Kranze des Mantels C_1 sind in Kerben eines umlaufenden Reifens r eingesteckt und durch eine umschlungene Schnur gehalten. Ihre Aufgabe ist blos, die Maschen auf den Nadeln vorzuschieben und abzuschlagen (5, pag. 730). Die eigentlichen Platinen, **Kulirplatinen** a, dienen hier nur zum Kuliren; sie liegen aussen um den Nadelkranz und bilden zu diesem einen fast concentrischen Ring. Jede von ihnen ruht in zwei Schlitzen e, e_1 der Wände eines Ringes O und nimmt an dem Umlauf des Ringes theil. Bedingung ist, dass die Bewegungen des Platinen-, sowie des Nadelringes vollständig gleichzeitig erfolgen, damit beim Vorschub die Platine immer in die Mitte der Nadellücke eintrete. Dieser Bedingung müssen die beiden Kegelrädertriebe N, M und P, O angepasst sein. Die nothwendigen Bewegungen erhalten die Platinen folgend: Nahe den Haken gleiten sie auf der inneren Kante des feststehenden Ringes G und werden durch dieselbe gewöhnlich über den Stuhlnadeln gehalten, sie sinken dann nur an der Stelle, wo kulirt wird. An dieser Stelle ist in der Schiene G nicht nur eine Vertiefung vorhanden, in welche die Platinen durch ihr Eigengewicht herabgehen, sondern zur Sicherheit werden die Platinen auch durch ein Stäbchen J niedergedrückt, Fig. 5658. Weiter sind die Platinen an ihren hinteren Enden auf dem zweiten Rande des Ringes G geführt und von einem besonderen Reifen H gehalten. An der Stelle, wo kulirt wird, tritt dann der Rand von G nach einwärts aus der Kreisbahn heraus und werden die dort zulaufenden Platinen über den Nadeln vorgeschoben. Darauf gehen die Platinen etwas herab, ihre Haken erfassen den aufgelegten Faden und ziehen ihn, selbst zurücktretend, unter die Nadelhaken. Damit bei hartem Garne die Schleifen durch ihre grössere Elasticität aus den Haken nicht zurückspringen, so bleiben sie bis nach dem Pressen von den Platinen gehalten. Als Presse dient bei den Rundstühlen eine glatte, auf ihrer Achse drehbare Scheibe L, das **Pressrad** (*roue presse*, *roue chaineuse* — *patern wheel*, *presser wheel*). Die Stuhlnadeln drängen sich bei ihrer Bewegung unter dem Rad L durch, wobei ihre Haken gepresst werden,

Fig. 5658.



vgl. Fig. 5659. Das Abschlagen vermitteln die Platinenstäbchen b und eigene Abschlagräder (*roue d'abattage*) F, welche die bis an das Ende vorgeschobenen Schleifen von den vorbeikommenden Nadeln abstreifen. Die mit dem Nadelkranz umlaufenden Platinenstäbchen stossen in der Nähe des Pressrades auf stellbare Keilstücke d, Fig. 5657 b, werden zwischen den Nadeln nach vorn geschoben und nehmen dabei die alte Waare über die niedergedrückten Nadelhaken mit. Damit ein Rückspringen der Maschen sicher verhindert werde, schiebt ein Abschlagrad, das gegen die Nadeln eine schräge Stellung einnimmt, vgl. Fig. 5659, die Maschen über die Haken und die eingehängten Schleifen herab. Darauf drängen kleine Einschliessrädchen f_1 f_2, oft auch nur einfache Streicheisen die Waare sammt den Platinenstäbchen zurück bis an den Nadelkranz, worauf sogleich auf dem nächsten Systeme die Maschenbildung beginnen kann. Eigenthümlich ist an Berthelot's Stuhle die Regulirung der Kulirtiefe. Die als Mühleisen (vgl. pag. 733) wirkende Schiene G ist nicht verstellbar; die Tiefe ihrer Einsenkung 1 bis 2, Fig. 5658, genügt den längsten Schleifen. Kürzere Schleifen erzeugt man durch Vergrösserung der Fadenspannung, d. h. man leitet in der Zeit, während welcher eine Platine herabfällt, weniger Faden zu.

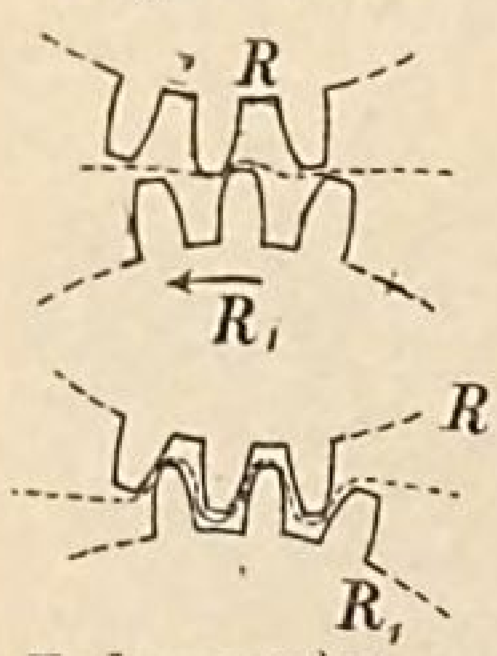
Fig. 5659.



Pressrad.

Vor dem Fadenführer (*guide fil — thread guide*), einem einfachen Blechstreifen oder Draht mit Oehr, sind zwei Zahnräder R R_1, Fig. 5660, gelagert. Diese Räder bilden den Fadenregulator oder Faden-Lieferer und werden durch einen secundären Antrieb vom Kegelrade O aus bewegt. Der von der Spule kommende Faden muss zwischen den Zähnen beider Räder R R_1 durchtreten und wird je nach der Entfernung der Zähne von einander mehr oder weniger gespannt.

Fig. 5660.



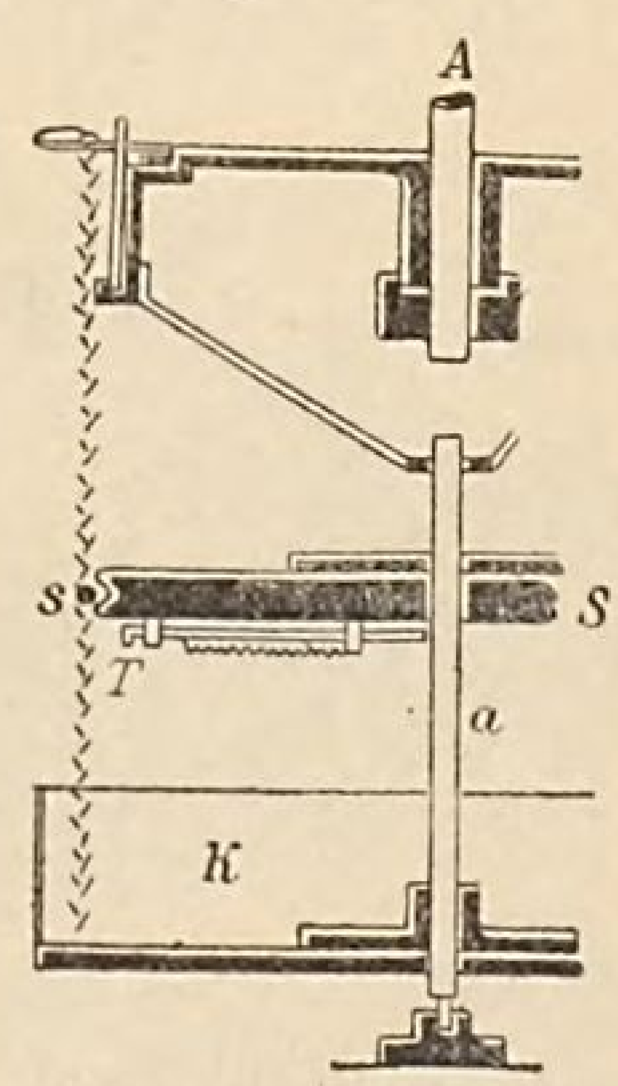
Fadenregulator.

Fig. 5662.



Flügelrad.

Fig. 5661.



Abzugsvorrichtung der Waare.

Der Waarenabzug ist bei dem besprochenen, wie auch bei anderen französischen Rundstühlen durch aufgehängte Gewichte erreicht.

Diese Gewichte sind auf einer in die Verlängerung der Stuhlachse fallenden Stange frei beweglich, sie sind in Gestalt von Scheiben S geformt, liegen innerhalb des Waarenschlauches und sind mit letzterem durch eine aufgeschobene Schnur s verbunden. Vergl. Fig. 5661. Schieber T dient zum Halten des Gewichtes in gehobener Lage, um die Befestigung der Waare vornehmen zu können. K ist der Waarenkorb.

Die grosse Platinenzahl des Berthelot'schen Stuhles macht denselben nicht nur complicirt, sondern erschwert auch wesentlich die Wartung; viel einfacher und mit weniger Platinen sind die folgenden französischen Rundstühle mit Platinen-, Kulir- oder Maschen-Rädchen, Mailleuse (*mailleuse, remailleuse — looping wheel*). Die ersten Kulirräder waren Flügelräder mit feststehenden Flügeln, Fig. 5662; bald wurden sie aber durch solche mit beweglichen Flügeln oder Platinen ersetzt. Die erste Art der Kulirrädchen erhielt sich noch an englischen Rundstühlen als Einführrad oder englische Mailleuse.

Die Wirkung aller Mailleusen besteht darin, dass ihre Flügel auf einander folgend in benachbarte Nadellücken eintreten und dabei den Faden zwischen sich und den Nadeln zu Schlingen biegen.

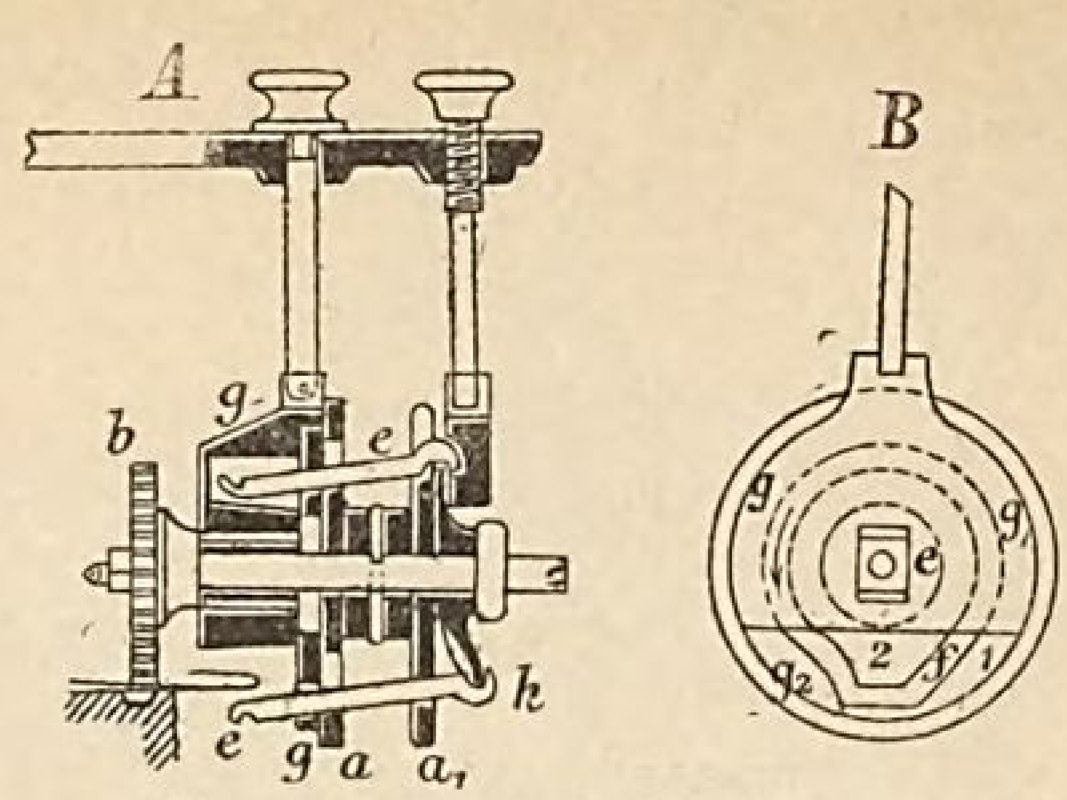
Bewegt werden die Mailleusen von Schraubenrädern (Mutterrädern), die mit ihnen auf gemeinsamer Achse sitzen und in den Nadelkranz als Triebrad eingreifen. Eine ältere Mailleuse ist in den Fig. 5663 A und B abgebildet.

Der Radkörper besteht aus zwei radial geschlitzten Scheiben a_1 a. Beide sitzen mit dem Kegelrade b auf gemeinsamer Achse. In den Scheibenschlitzen liegen die Platinen e. Sie laufen mit den Scheiben um, erleiden aber ausserdem noch eine Verschiebung in ihrer Längenrichtung und werden auch gehoben und gesenkt. Mit ihrem rückwärtigen Ende umfassen die Platinen die feststehende Scheibe h. Der Rand dieser Scheibe tritt an entsprechender Stelle, d. h. dort, wo die Platinen schon kulirt haben, aus seiner Ebene zurück, die Platinen

machen diese Bewegung mit und ziehen dabei die Schleifen unter die Nadelhaken. Bei anderen Mailleusen, die nicht wie die gezeichnete tangential an den Nadelkreis, sondern schräg dazu stehen, wie Fig. 5664, ist eine eigene Vorrichtung für die Längsverschiebung der Platinen nicht nöthig, denn, wie ein Blick auf die Figur lehrt, ist bei diesen eine solche Relativbewegung von selbst vorhanden.

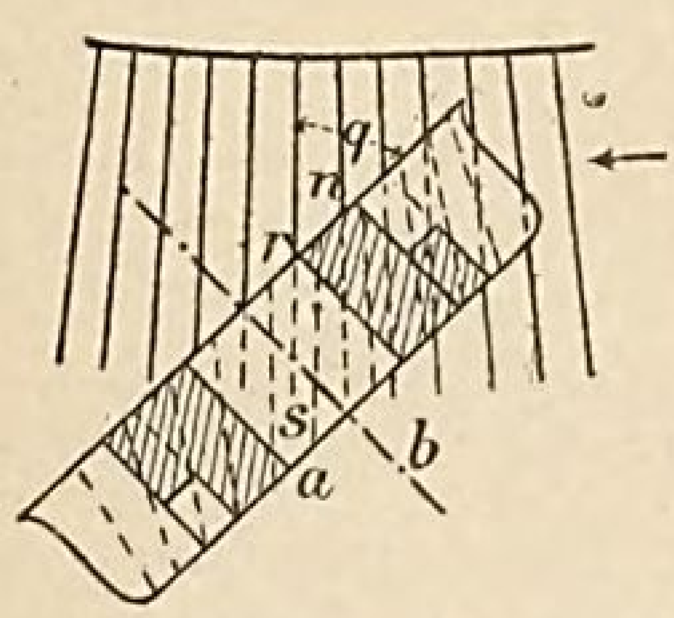
Das Senken und Heben der Platinen behufs Kulirens besorgt die feststehende Mühleisenscheibe g_1 g_2. Sie besteht aus zwei Ringen, welche von einander durch die Nuth f von der Form Fig. 5563 B getrennt sind. In der Nuth werden die Platinen geführt, behufs Kulirens fallen sie auf der steilen Bahn bei 1 herab, gleiten dann ein Stück horizontal, um wieder langsam bei 2 aufzusteigen. Die in Fig. 5665 A, B, abgebildete

Fig. 5663.



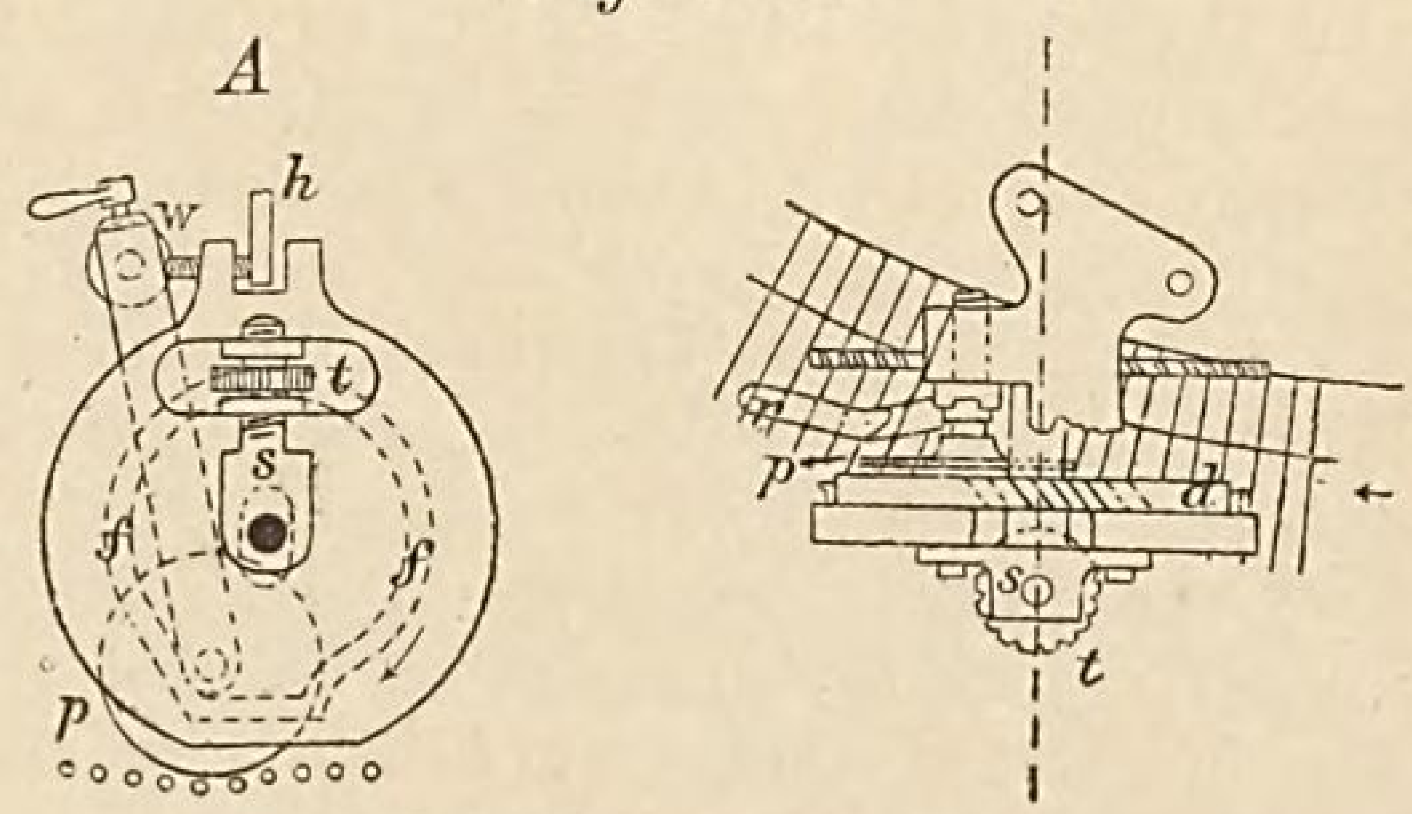
Kleine horizont. Mailleuse.

Fig. 5664.



Mailleuse.

Fig. 5665.



Mailleuse nach Hilscher.

Mailleuse von Hilscher ist eine Verbesserung der alten Mailleuse von Jacquin. Dieselbe ist ziemlich gross ausgeführt, hat für verschiedene Schleifenlängen eine mittels der Spindel s und des Rades t verstellbare Mühlscheibe und eignet sich zum Verarbeiten weicher, wie spröder Garne. Dicht hinter dem Platinenrade d ist ein ziemlich grosses und zugängliches Pressrad p, welches die Nadeln so lange presst, als die innen liegenden Schleifen von den Platinen noch gehalten werden. Auf das Pressrad folgt gleich die Auftrag- und Abschlagvorrichtung r. Um die Führungsnuth f in ihrer Lage rectificiren zu können, kann die Mailleuse mittels des Schräubchens w gegen das feststehende Stäbchen h verstellt werden.

Die bisher besprochenen Rundstühle eignen sich nur für Verfertigung von glatter Kulirwaare, für die übrigen Wirkwaaren sind theils Abänderungen, theils Zuthaten an den Stühlen auszuführen.

Französische Rundstühle für Plüschwaare. Plüsch, auf Rundstühlen erzeugt, hat entweder gleiche oder etwas abweichende Fadenverbindung als jener von Handstühlen. Bei der Herstellung lässt man von einer Mailleuse lange Henkel kuliren und unter die Nadelhaken einziehen, bildet aber aus dieser Schlingenreihe vorerst keine Maschen. Erst bei dem nächsten Systeme werden Henkel gewöhnlicher Länge kulirt, zu den Langschleifen zugeschlagen und die alte Waare über beide Henkel geschoben. Jede Masche besteht dann aus dem eigentlichen Grundstoffe und dem Plüschfaden. Futterwaaren sind in der Fadenverbindung jenen an Handstühlen erzeugten verwandt. Bei ihrer Herstellung geht jedem Systeme am Rundstuhle eine Futtermailleuse, d. h. die Verbindung eines Musterpressrades (s. später pag. 753) mit einem Kulirrädchen voran. Beide Räder bilden zusammen ein Stück. Das Pressrad ist am Umfange entsprechend der Nadeltheilung gekerbt und nach je einer Anzahl Kerben durch tiefere Einschnitte getheilt. Von den Kerben wird immer eine Anzahl Nadeln niedergedrückt, auf diese folgt dann eine Nadel, welche in den Radeinschnitt einspringt und so hoch über den früheren Nadeln liegt, dass ein vom Umfange der Mailleuse zugeführter Faden zwischen beide Nadelgruppen eintreten kann, Fig. 5666. Dieser Faden wird von einem Flügelrad hinter die alten Maschen

geschoben und durch das folgende gewöhnliche System der Maschenbildung in die Waare mitverschlungen; es entsteht die Fadenverbindung, Fig. 5667.

Fig. 5666.

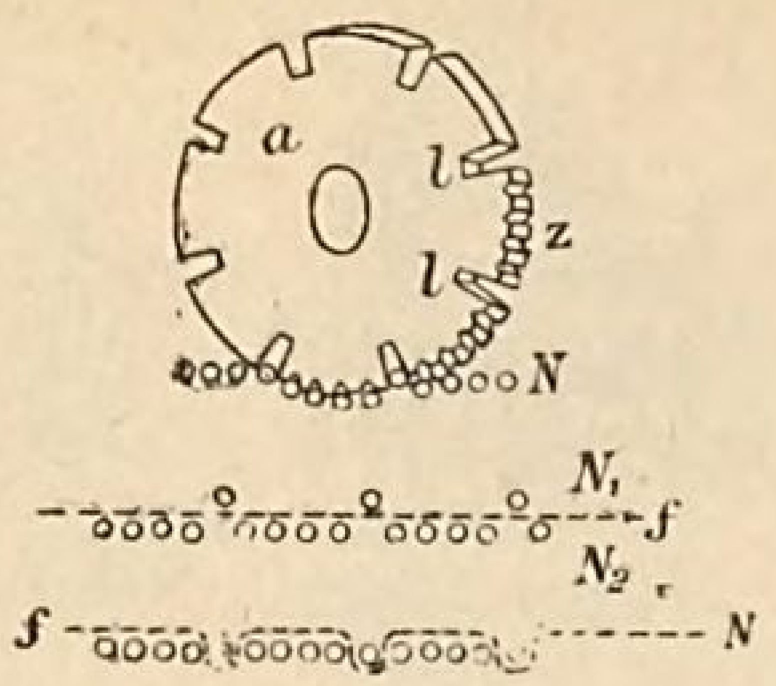
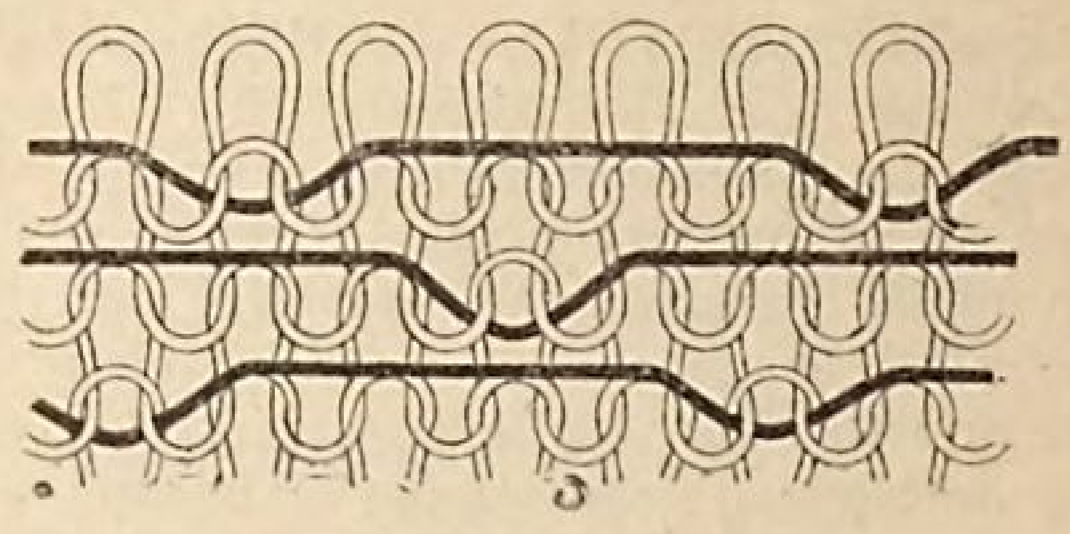


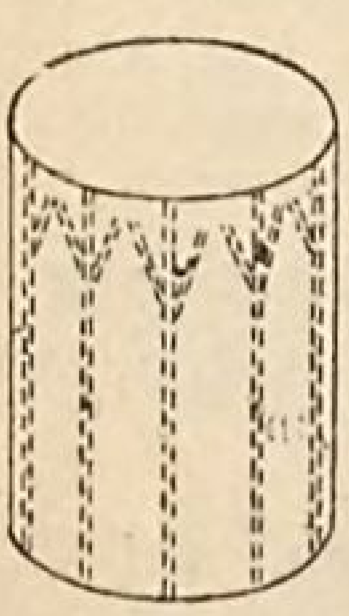
Fig. 5667.



Futterwaare.

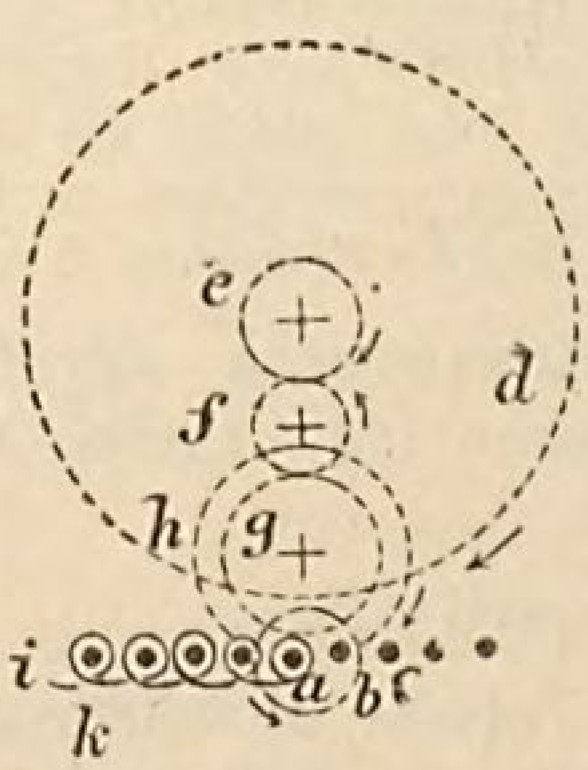
Die **M i n d e r m a s c h i n e n** an franz. Rundstühlen ist ähnlich der auf pag. 739 besprochenen. Statt der Kette sind an den Führungsstangen der Decker Zahnstangen angebracht, welche von einem gemeinschaftlichen Zahnrade in entgegengesetzter Richtung bewegt werden. Die beiden Zahnstangen sind nicht gerade, sondern nach einem zum Waarencylinder concentrischen Kreise gekrümmt. Bei ihrer Benützung wird der Waarenumfang in Streifen, als Theilen von Gebrauchsgegenständen, getheilt, d. h. die Theile durch **L a u f m a s c h e n** (*maille coulée — latter*) von einander getrennt. Die Laufmaschen bilden eine ununterbrochene Reihe von Platinenmaschen, welche dadurch entstehen, dass bestimmte Nadeln beständig ihre Haken zugepresst haben oder aber ganz herausgenommen wurden. Von den Streifen an, Fig. 5668, können die Rundmaschen in bekannter Weise nach einwärts gehangen werden und bildet dann die Aufeinanderfolge der entstandenen kleinen Oeffnungen den Umriss eines Gegenstandes.

Fig. 5668.



Durch Laufmaschen getheilt. Waarencylind.

Fig. 5669.



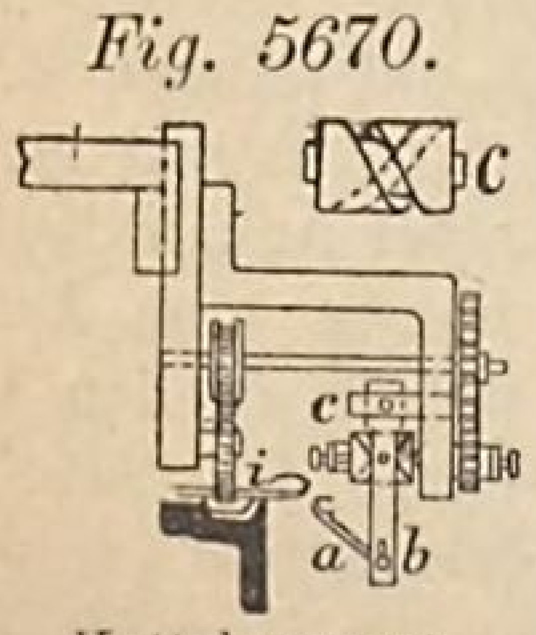
Anschlag-Apparat.

Manche Gegenstände, wie türkische Fez, verlangen eine vollkommene Gleichmässigkeit des Randes und erlauben daher nicht ein unmittelbares Anwirken an ein vorhergehendes Stück, von welchem sie nachträglich abgetrennt werden müssten. In diesem Falle hat man für die erste Schleifenreihe einen **A n s c h l a g - A p p a r a t.**

Dieser besteht in einem Fadenführer *a*, der auf einem Stirnrade *b* in der Entfernung von $^3/_4$ der Nadeltheilung vom Mittelpunkt desselben sitzt und durch die hohle Radachse den Faden zugeführt bekommt, Fig. 5669. Das Rad *b* wird von Zwischenrädern *d*, *e*, *f*, *g*, *h* so schnell gedreht, dass der Fadenführer immer einmal im vollen Kreise um eine Nadel herumgeht, während der Nadelkranz um eine Nadeltheilung fortrückt. Dann entsteht die Umwicklung in der gezeichneten Form.

Die Nothwendigkeit, eine Waare, wie eben besprochen, mit festem Rande zu begränzen, macht sich auch beim Abschluss geltend. Feste Ränder erhält man mit dem **K e t t e l** apparat. Durch **A b k e t t e l n** oder **A b n ä h e n** wird die letzte Maschenreihe in einen nicht aufziehbaren Rand verwandelt. Soll dann ein nächstes Stück angeschlossen werden, so bildet man vor Beginn desselben einige Trennungsreihen, welche zum Schluss durchschnitten werden und hiebei doch zwei Waarenstücke mit festen Rändern liefern.

Fig. 5670.



Kettelapparat.

Der Kettelapparat, Fig. 5670, ist entweder vom Nadelkranze, oder von einer Kurbel getrieben und arbeitet mit einer Zungennadel *a*, die immer durch die lange Masche der letzten

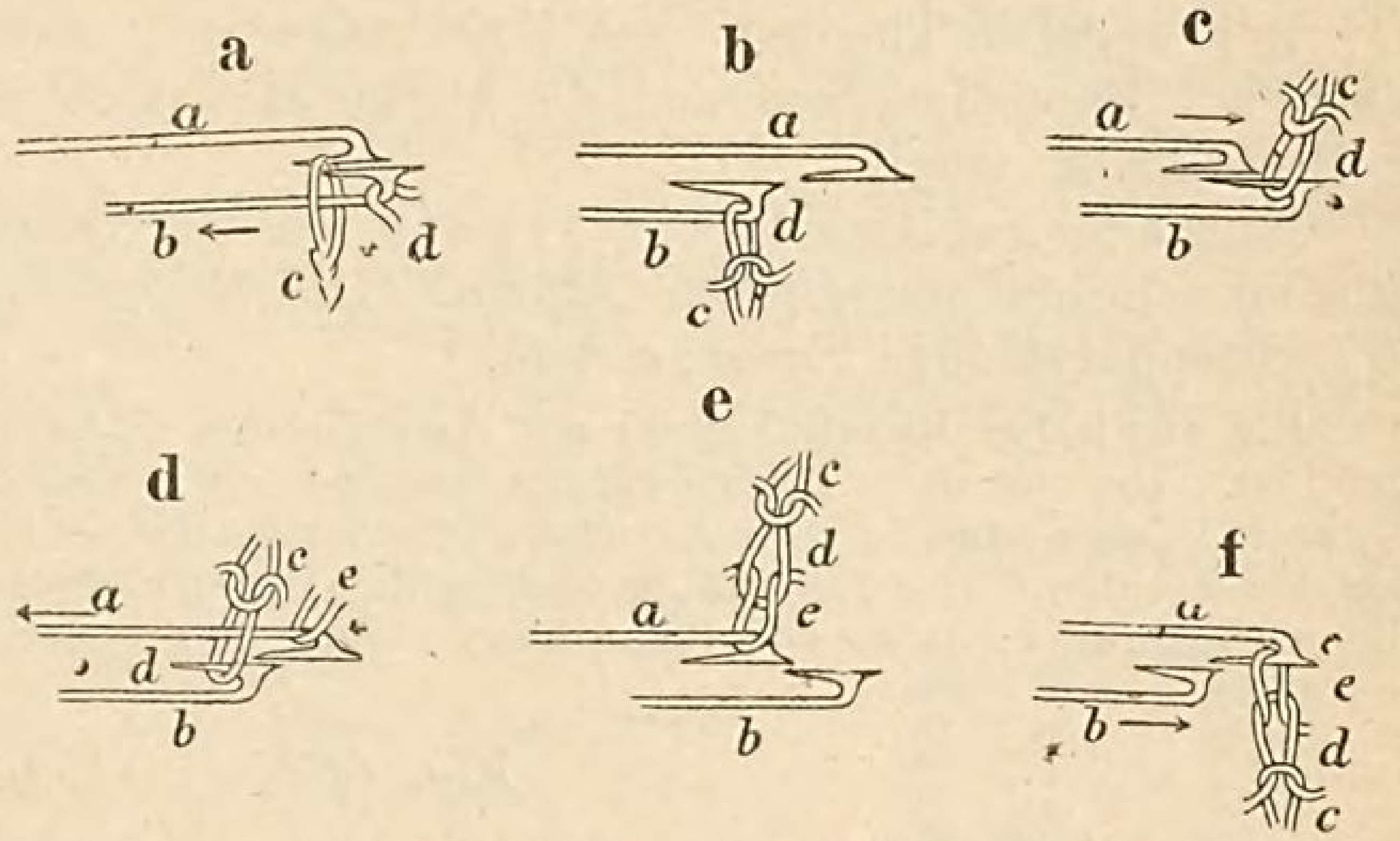
Reise durchgeht, auf der oberen Seite den über den Stuhlnadeln liegenden Faden erfasst und ihn durch die Masche, sowie die Schleife des vorigen Stiches hindurchzieht und so wie eine Häkelnadel die Maschen der Reihen fest mit einander verbindet. Die Zungennadel *d* ist an einem schwingenden Hebel *b* befestigt. Die Bewegung ist dadurch erreicht, dass ein Stift *s* des Hebels in die Nuth eines umlaufenden Cylinders *c* eingreift. Die Nuth besteht aus einem halben linken und einem halben rechten Schraubengange, wodurch eine hin- und hergehende Bewegung erzielt wird.

Französische Rundkulirstühle für Wirkmuster.

Der Rund-Ränder oder Rund-Fangstuhl bietet im Wesentlichen nichts Neues, er ist genau nach dem Vorbilde des Handränderstuhles entstanden. Blos der Auf- und Niedergang der Maschinennadeln ist hier nicht durch Hebelwirkung, sondern durch im Kreise in der Nähe jedes Systems angeordnete Keilstücke erzeugt. Die Nadeln gleiten auf diesen hinauf und steigen dabei über die Stuhlnadeln, um später wieder herabzugleiten. Gleichzeitig vertreten diese Nadeln die Stelle der stehenden Platinenstäbchen, vgl. pag. 740.

Stühle für Links- und Linkswaare, auch Rundstrickstühle oder Strick-Leiern genannt, haben in zwei Ringen übereinander Nadeln mit kurzen, nach innen gerichteten Haken angeordnet, Fig. 5671 *a*—*f*. Denken wir in Fig. 5671 *f*, die obere Nadel halte die Waare, die untere sei innen und trete vor, so sticht sie in die lange Masche ein, erfasst den vom Fadenführer gebotenen Faden und zieht ihn beim Rückgange, Fig. 5671 *a*, als Schleife durch die alte Masche hindurch. Dabei fällt die alte Masche, Fig. 5671 *b*, von der oberen Nadel herab und es entsteht in diesem Systeme eine neue Masche, über welche die alte nach dem Stuhlinnern hin, d. i. nach rechts abgeschlagen wurde. Beim nächsten Systeme der Maschenbildung ist die Waare durch ein Streicheisen nach aufwärts gebogen, Fig. 5671 *c*, es bleiben ihre Maschen in den Haken der unteren Nadel hängen, die oberen Nadeln treten durch, erfassen den Faden, ziehen ihn zu einer Schleife und durch die frühere Masche, worauf die alte Waare von der unteren Nadel abfällt und nach links abgeschlagen wird. Ein drittes System ist wie das erste, das vierte wie das zweite. Immer ist eine gerade Anzahl Systeme vorhanden. Dieser Stuhl dient für lockere Waaren mit weiten, grossen Maschen.

Fig. 5671.



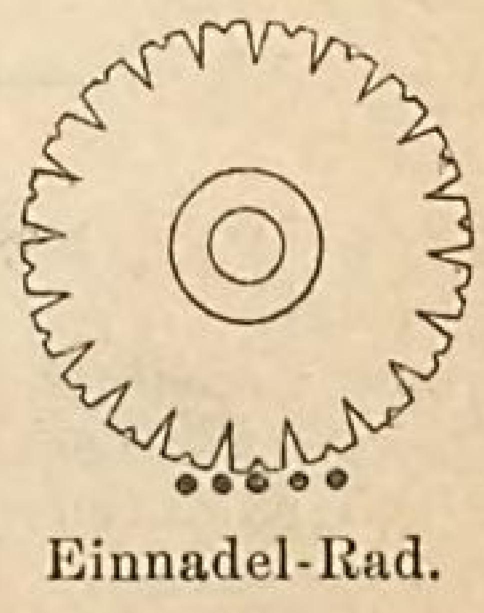
Maschenbildung beim Rund-Strickstuhle.

Französischer Rundstuhl zum Wirken von Pressmustern.

Obwohl durch gewisse constructive Verhältnisse die Freiheit der Muster beschränkt ist, so sind diese Rundstühle doch in ausgedehntem Masse zur Herstellung von ein- und mehrfärbigen Pressmustern in Verwendung.

Die Musterpresse des Handstuhles, pag. 740 und 742, ist hier bei ganz gleicher Wirkung durch das Muster-Rad vertreten. Das einfachste Musterrad ist das Einnadel-Rad, Fig. 5672, dessen Zahntheilung gleich der doppelten Stuhlnadeltheilung ist. Da dieses Rad, nur ein System vorausgesetzt, nach jeder ganzen Stuhlumdrehung immer dieselben Nadeln presst, so müssten immer auf dieselben Nadeln Henkel geschoben werden, die niemals durch Abschlagen zu Maschen verarbeitet würden, d. h. es entstünde Waare ohne Zusammen-

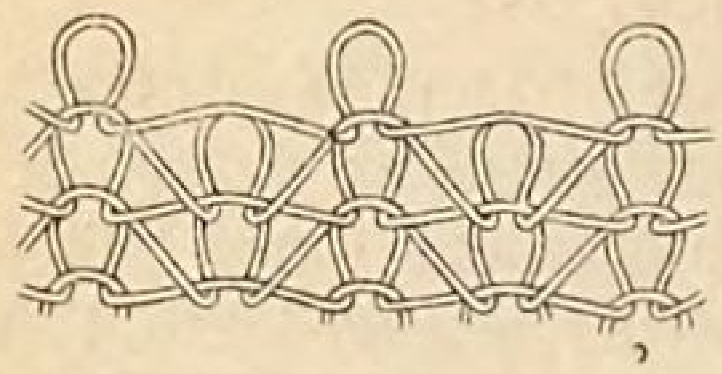
Fig. 5672.



Einnadel-Rad.

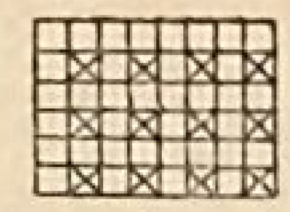
hang. Vermehrt man dagegen die Nadelanzahl um eine, d. h. macht man die Nadelzahl ungerade, so dass bei der Division der Nadelzahl durch die Zahnzahl des Rades *1* als Rest bleibt, so wird nach jeder Stuhlumdrehung das Pressrad um eine Theilung gegen die frühere Stellung verschoben sein und es entsteht die einnadelige Presswaare, Figur 5673. Enthält der Stuhl zwei Systeme, u. zw. in dem einen ein einnadeliges, in dem andeien ein glattes Pressrad, so sind die Reihen mit Doppelmaschen durch glatte Reihen getrennt. Das Muster besteht dann in Längstreifen, Fig. 5674, wobei die durch Kreuze gekennzeichneten Vierecke die Doppelmaschen andeuten. Auch das Zweinadel-Pressrad, bei dem zwei nebeneinander stehende Presszähne immer mit zwei Lücken abwechseln, so dass seine Theilung gleich der 4fachen Nadeltheilung ist, liefert keine geschlossene Waare, wenn die Nadelzahl durch 4 theilbar ist und der Stuhl nur ein System enthält. Daher muss auch, wie früher ein unvollkommenes Einnadelrad, hier ein unvollkommenes Zweinadelrad verwendet werden.

Fig. 5673.



Einnadelige Presswaare.

Fig. 5674.



Schema einnadeliger Presswaare mit durch Doppelmaschen getrennter Musterreihe.

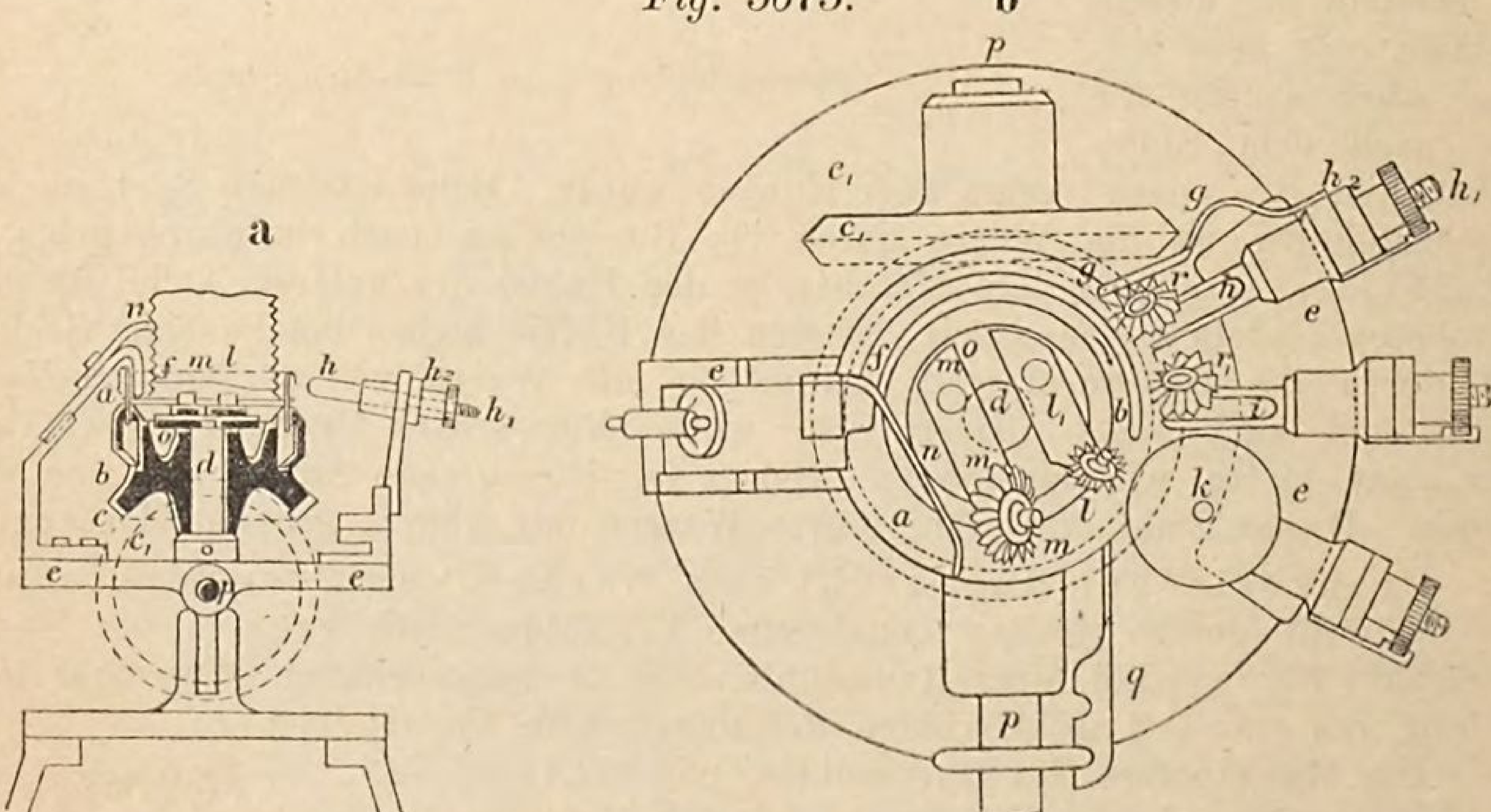
Bei anderer Theilung des Nadelrades und wechselnder Combination der Reihen mit Doppelmaschen und der glatten Reihen ist eine grosse Mannigfaltigkeit der Pressmuster möglich.

Englische Rundkulirstühle werden gebaut, theils mit feststehenden, theils mit einzeln beweglichen Nadeln. Die Nadeln sind entweder Hakennadeln mit Kulirapparat oder Zungennadeln.

Ein englischer Rundkulirstuhl mit feststehenden Hakennadeln ist in den Fig. 5675 *a b* abgebildet. Die in einer Cylinderfläche vertical angeordneten Nadeln *a* mit nach aussen gerichteten Haken sind in dem Rundkopfe *b* befestigt und mit diesem um eine verticale Spindel *d* drehbar. Der Rundköpfe sind in der Regel mehrere an einer horizontalen Triebwelle *p* angeordnet; jeder von ihnen kann einzeln aus- oder eingeschaltet werden. Solches

Fig. 5675.

a b



Englischer Rundkulirstuhl mit feststehenden Hakennadeln.

geschieht dann, je nachdem der eine oder andere der beiden Einschnitte der Feder *q*, Fig. 5675 *b*, die Scheibe an *p* umgibt, denn dann sind die Kegelräder c, c_1 in Eingriff oder nicht. Der bewegte Nadelkranz führt die Nadeln an allen zur Schleifenbildung nöthigen Theilen vorbei. Letztere sind: der Fadenführer *g* (ein Drahtstäbchen mit Oehr), der Kulirapparat *r*, ein Flügelrad mit festen Flügeln, welches gegen die Nadeln in geneigter Ebene liegt,

(vgl. G. Willkomm, Technol. d. Wirkerei pag. 219). Die Nachstellung ist durch den Schraubenmechanismus h_2, h_1 und den Schieber h ermöglicht. Da bei Kulirrädern mit festen Flügeln immer mehrere Schleifen gleichzeitig im Zustande der Bildung begriffen sind, der Faden jedoch bei der mehrfachen Biegung nicht gleichmässig genug nachgezogen werden kann, so folgt dem Kulirrad ein ähnlich geformtes Vertheilungsrad (*dividing wheel*) r_1, welches die Schleifen noch einmal kräftig streckt und sie gleichzeitig bis in die Haken hinaufzieht. Die Nadeln treten dann in das Bereich des glatten Pressrades k und dahinter unmittelbar bei dem Auftragrade l vorbei, welches die alte Waare über die zugedrückten Haken schiebt. Zuletzt liegt das Abschlagrad m. Von da geht die Waare nicht unmittelbar vertical nach aufwärts zum Waarenabzug, sondern sie wird zunächst durch einen Drahtstab n ein wenig horizontal nach einwärts gespannt und dann von dem Streicheisen f bis zum Pressrade herabgeführt. Man entfernt dadurch nicht nur die alten Maschen vollständig von den Nadeln, sondern schiebt auch die neuen Schleifen bis an die Nadelschäfte herab. Um die Wirkung des Streicheisens zu erleichtern, wird bei blos einem Systeme die Waare schief aufgezogen, bei mehreren Systemen dagegen vor dem Aufziehen die Waare durch einen Ring nach einwärts gebogen. Ein Wickelapparat für die Waare ist an der Decke befestigt.

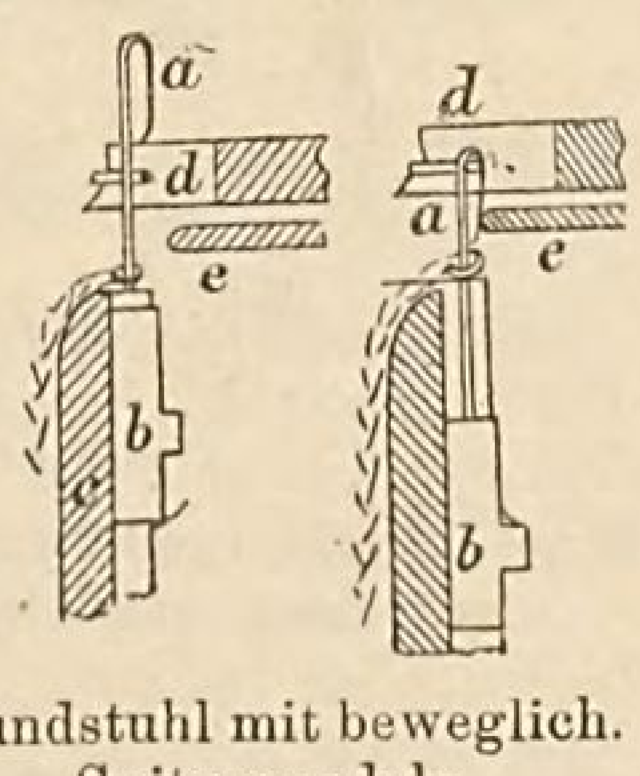
Für Futterwaaren gebraucht man eine ähnliche Futter-Mailleuse, wie bei den französischen Rundstühlen auf pag. 751 angegeben wurde.

Die Mindermaschine bleibt beschränkt auf Herstetlung keilförmig zulaufender Stücke an Strumpflängen. Manche sogenannte reguläre Strümpfe sind blos cylindrisch gewirkt und durch spannen über entsprechende Modelle im feuchten Zustande scheinbar gemindert hergestellt. Die so erlangte Form verliert sich beim Gebrauche.

Höhere Leistungsfähigkeit, als die bisher besprochenen, haben englische Rundstühle mit beweglichen Spitzennadeln. Sie arbeiten mit mehreren Systemen. Alle Nadeln, an einem Cylinder gelagert, rotiren mit diesem. Sie sind in Längsschlitzen des Cylinders geführt und auf und ab beweglich, u. z. folgen diese Bewegungen dem Verlaufe einer Nuth, die in einem zweiten, den ersten umgebenden Cylinder, eingearbeitet ist. Die Tragstäbchen b der Nadeln, Fig. 5676, greifen mit Vorsprüngen in diese Nuth ein. Zwischen die gehobenen Nadeln greift ein horizontal liegendes Kulirrädchen ein, es formt Schleifen und hält dieselben so lange zurück, bis die Nadeln beim Herabgehen die Schleifen unter ihre Haken aufnehmen. Darauf wirkt die Presse; die noch tiefer gehenden Maschen treten durch alte Maschen durch, letztere werden abgeschlagen und nach dem Inneren des Cylinders herabgezogen.

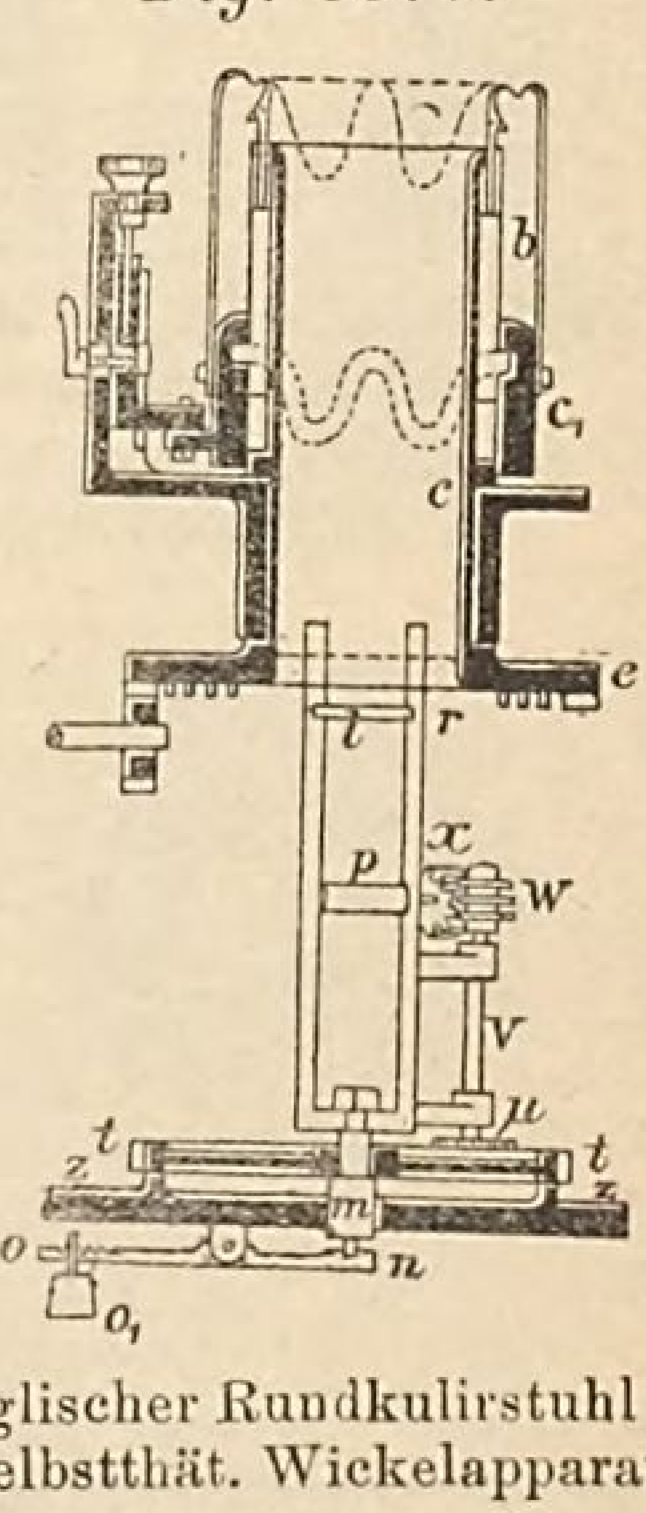
In ganz gleicher Weise, wie eben besprochen, arbeiten englische Rundkulirstühle mit Zungennadeln. Bei wegfallendem Pressrade nimmt hier jedes System nur geringen Raum ein, und haben z. B. an einem Rundstuhle von 400^{mm} Durchmesser bis 30 Systeme Platz. Bei diesem Stuhle werden dreissig Maschenreihen bei einer Umdrehung fertig. Diese Stühle bedürfen jedoch einer besonderen Wartung, um Unregelmässigkeiten an allen zu den Systemen führenden Fäden zu überblicken. Da hier jede neue Schleife erst nach dem Abschlagen der alten Masche entsteht (vgl. pag. 730 u. 732), u. z. dadurch, dass man den Faden durch die alte Masche hindurchzieht, so ist eine kräftige und gleichmässige Waarenspannung hier, mehr denn sonst wo, nothwendig. Man erzielt dies durch einen, nach Massgabe der Lieferung selbstthätig wirkenden Wickelapparat Fig. 5677.

Fig. 5676.



Rundstuhl mit beweglich. Spitzennadeln.

Fig. 5677.



Englischer Rundkulirstuhl mit selbstthät. Wickelapparat.

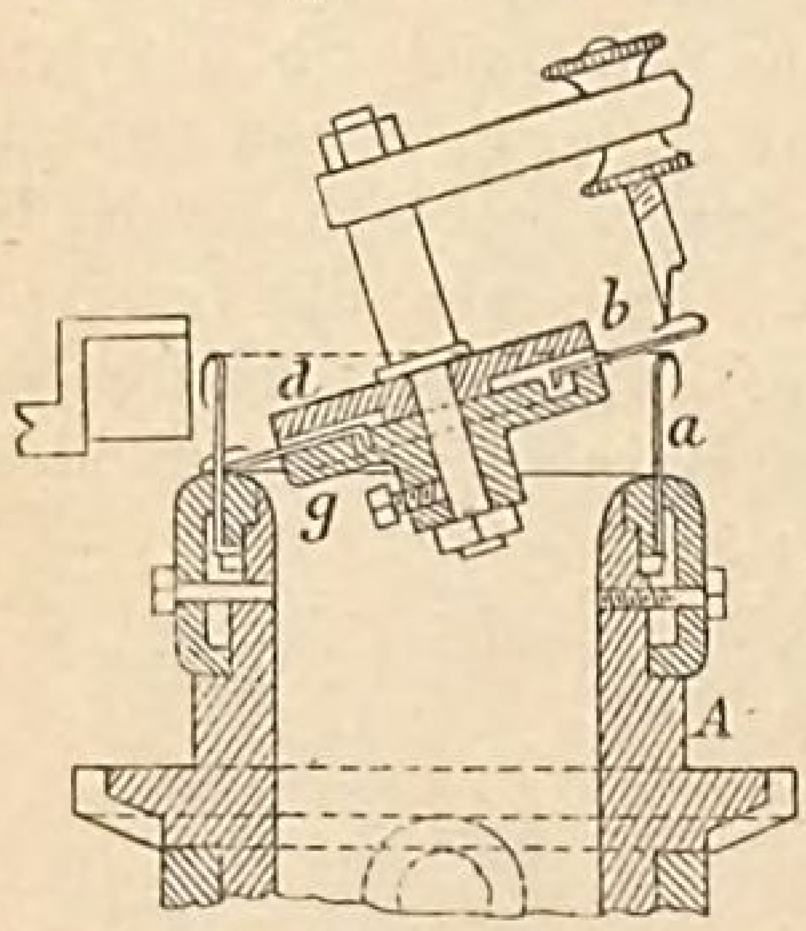
Ein Arm im Triebrade e des Nadelcylinders c nimmt bei seinem Umlaufe die frei in den Cylinder hineinreichenden Stäbe des Wickelrahmens l mit. Durch den unteren Rahmentheil, wie auch durch die Gestellplatte, reicht ein Zapfen m, welcher in dem Fusslager auf dem Hebel o n aufruht. Dieser Zapfen trägt, lose aufgeschoben, das Stirnrad t, welches mit dem Rade u (auf der Achse v) im Eingriffe steht. Der herabkommende Waarencylinder wird,

von zwei Rollen r flach zusammengedrückt, auf der Walze p befestigt und auf derselben aufgewickelt. Das ganze Gewicht des Apparates sammt der aufliegenden Waare ist durch das Gegengewicht o_1 ausgeglichen. Zu Beginn der Arbeit ist der Apparat so hoch gezogen, dass das Zahnrad t auf dem abgedrehten Kranze z der Gestellplatte nicht schleift. Es dreht sich das Ganze gleichmässig mit dem Nadelkranze um, weil t, u, v, w, x, p und l als zusammenhängend von den Armen im Cylinder e mitgenommen werden. Dabei haben t und u gegenseitig keine relative Bewegung, sondern drehen sich beide um die centrale Achse m. Bei zunehmender Lieferung wird die Spannung des Waarencylinders, auf welchem der ganze Wickelapparat hängt immer geringer, letzterer sinkt immer tiefer herab, bis endlich t auf z zu liegen kommt. Durch die erzeugte Reibung bleibt t etwas zurück, u dagegen folgt unberührt der Nadelbewegung. Zwischen beiden Rädern ist dadurch eine relative Verschiebung eingetreten und äussert sich als Drehung des Rades u um die eigene Achse v. Die auf v festgekeilte Schnecke w dreht das Rad x, die Walze p und wickelt so viel Waare auf, bis durch die Verkürzung die Spannung in der Waare so gross wird, dass das Rad t vom Kranze z abgehoben wird.

Englische Rundkulirstühle zur Herstellung von Wirkmustern. Rechts- und Rechts- und Fang-Waaren. Die Stühle für diese Waaren sind entweder mit Hakennadeln oder mit Zungennadeln gebaut.

Bei den ersteren sind die Stuhlnadeln in gewöhnlicher Art auf einem Hohlcylinder angebracht, die Maschinennadeln dagegen in einem Kreisringe vertheilt, dessen Ebene zur Achse des Nadelcylinders geneigt ist, Fig. 5678, so dass die Maschinennadeln theils in den Nadelcylinder hineinreichen, theils aus demselben heraustreten. Die Scheibe, welche die Maschinennadeln trägt, besteht aus zwei Theilen g und d. In dem unteren Theile g ist eine excentrische Nuth eingefräst, welche den zu Häkchen umgebogenen Nadelenden zur Führung dient, Fig. 5679. Der Schaft der Nadeln liegt gebettet in Rinnen der oberen losen Platte d, und es müssen alle Maschinennadeln mit der Platte d sich drehen, wenn irgend eine von ihnen, durch Eingreifen in die Stuhlnadeln, bewegt wird. Die Längsverschiebung ist durch die in der Nuth f liegenden Nadelenden erreicht. Bei der schiefen Lage der Maschinennadeln ist dafür gesorgt, dass der Faden nur dort zugeführt werde, wo die Maschinennadeln tief unten zwischen den Stuhlnadeln liegen, wo sie die alten Maschen der letzteren tief unten mithalten. Ausser den erwähnten Theilen ist noch ein Kulir-, ein Vertheilungsrad und ein Streicheisen vorhanden, welche ähnlich, wie pag. 754 beschrieben, zusammenarbeiten. Der Stuhl hat nur ein System und daher auch geringe Lieferung.

Fig. 5678.

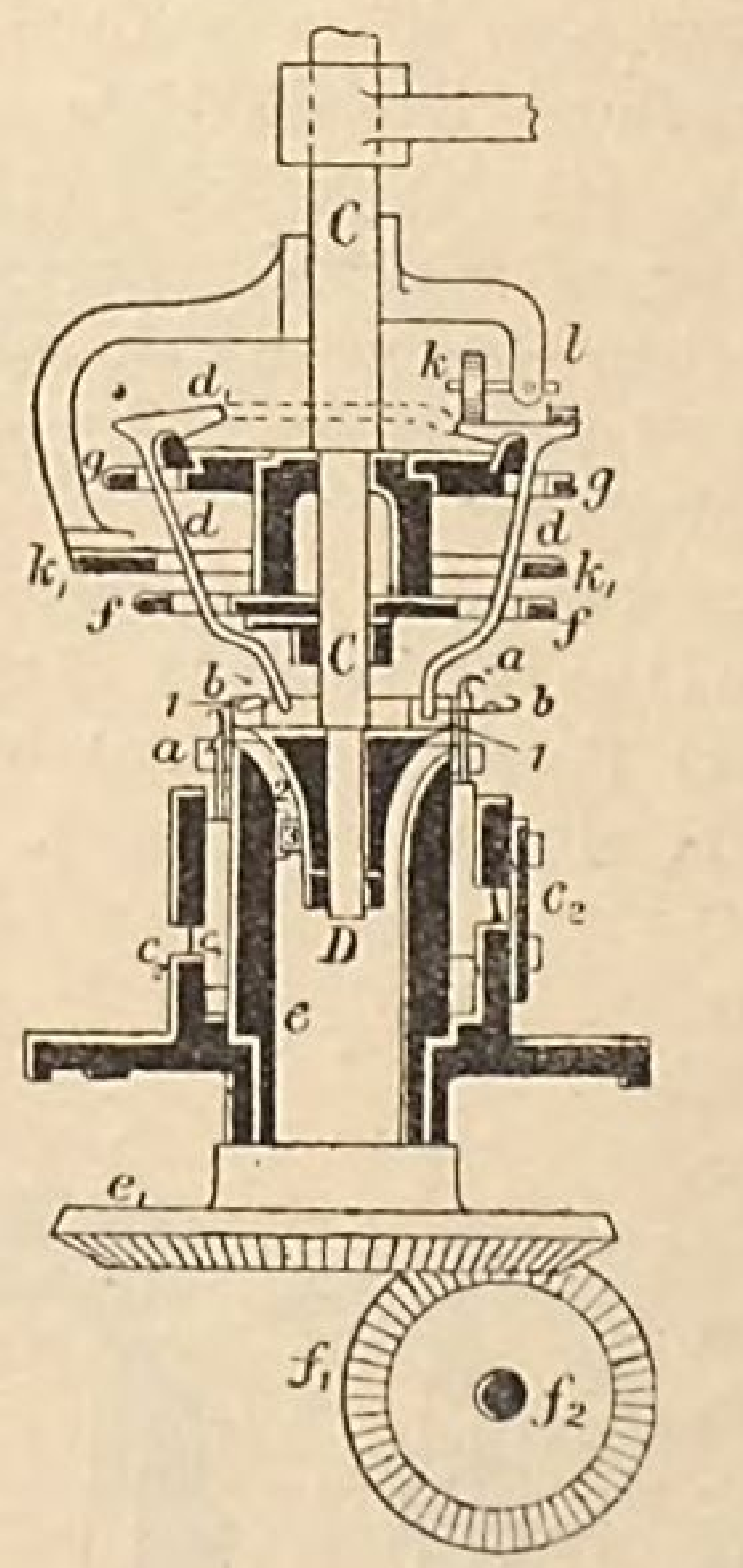


Engl. Rundstuhl für Rechts- und Rechtswaare.

Fig. 5679.



Fig. 5680.



Rund-Ränder- und Fangstuhl mit Zangennadeln.

Rund-, Ränder- und Fangstuhl mit Zungennadeln. In Fig. 5680 finden wir die Anordnung und Bewegung der Stuhlnadeln a ganz ähnlich durchgeführt, wie schon pag. 755 bei Besprechung des Rundstuhles mit Zungennadeln beschrieben wurde. Die Maschinennadeln b liegen in fast horizontaler Ebene auf einem Kreisringe vertheilt und sind an die Enden herabhängender Hebel d angelöthet. Diese Hebel sind in Schlitzen zweier Scheiben f und g geführt und schwingen um die im Kreise verlaufende Führungsleiste über g. Bei der Bewegung kommen die kürzeren Arme d_1 der Hebel unter die Rolle k, werden von ihr niedergedrückt, wobei der andere Hebelarm sammt den Nadeln in die Lücken zwischen den Stuhlnadeln eintritt. Zurückgedrängt werden die Arme durch eine an anderer Stelle befindliche, nach innen gerichtete Einbiegung des Reifens k_1. Die Führungsscheiben g und f sind mit einander verbunden und bilden die eigentliche Rundmaschine des Stuhles, welche lose auf der Hauptwelle sitzt und vom Stuhlnadelkranze mitgenommen wird. Das Stück D mit dem Anschlagkamme 1 wird unmittelbar von dem Stuhlnadelringe e mitgenommen. Da die Waare

nach unten abgezogen wird, so muss sie die Anschläge *2*, *3* passiren. Diese sind entsprechend glatt und abgerundet, so dass die, mit beträchtlicher Spannung zwischen ihnen durchgezogene, Waare ungehindert durchtreten kann. Mit Rücksicht auf den Waarenabzug ist auch der Antrieb e_1 f_1 nicht durch Kegelräder sondern durch Hyperboloidräder besorgt, wobei erreicht ist, dass die Welle f_2 seitlich an der Waare vorbeigeht. Auf der mit dem Stuhle verbundenen Achse *C* sind die Träger für den Ring k_1, sowie für den Hebel *k l* befestigt. Der Stuhl kann mehrere Systeme nebeneinander angeordnet erhalten.

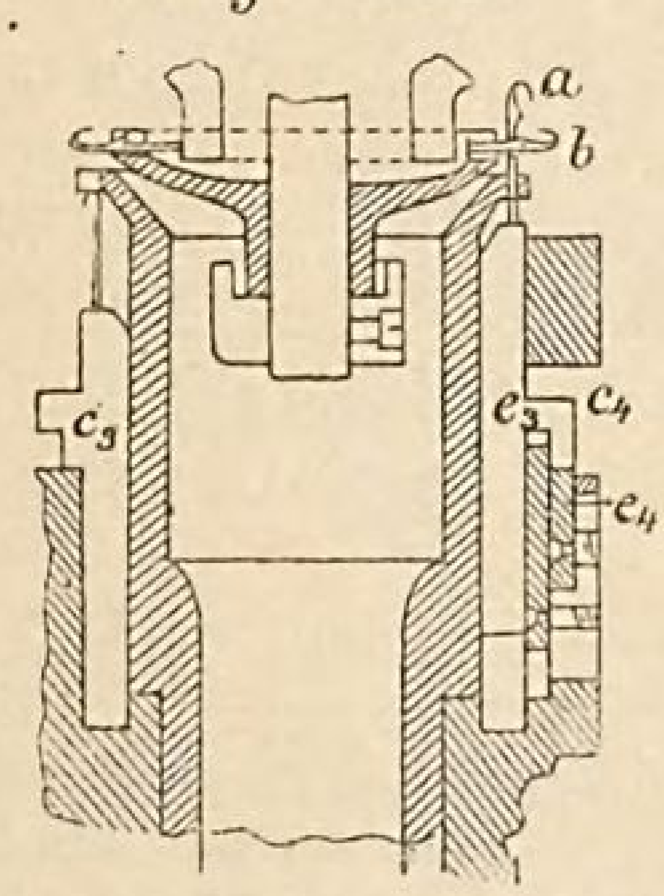
Zum Bilden von runden, regulären Ränderstücken *(bords à côtes — elastic ribs)*, welche einen glatten Doppelrand und auch eine Langreihe zum Aufstossen erhalten müssen, ist es nothwendig, dass die Stuhlnadeln einmal allein die wenigen (meist 3) glatten Reihen kurzer Maschen bilden und dann noch für das Kuliren der Langreihe tiefer als gewöhnlich herabgezogen werden. Des Näheren verweisen wir auf G. Willkomm, Technologie d. Wirkerei pag. 239.

Durch eine kleine Aenderung in der Ausführung kann man den Stuhl für Verfertigung von Fang-Perlwaare geeignet machen. Gibt man der Nuth c_2 nicht durchwegs gleiche Breite, sondern gestattet, dass die Nasen an den Führungsplatten der Nadeln ausser in der Nuth auch auf einer Gleitschiene so geführt werden können, dass sie, wie Fig. 5681 zeigt, wohl heraustreten, um den Faden zu erfassen, doch nicht so weit, dass die alte Masche über die Zunge herabfallen kann, so wird für diese Lage eine Doppelmasche entstehen. Bei der nächsten Umdrehung lässt man die Nadeln von der Gleitschiene so hoch heben, dass die alten Maschen über die Zungen abfallen und später in gewöhnlicher Weise über die neukulirte Schleife abgeschlagen werden. In ähnlicher Weise und zu demselben Zwecke können auch die Maschinennadeln durch Keilstücke eines Stellringes nach Bedarf mehr oder weniger herausgeschoben werden.

Fig. 5681.

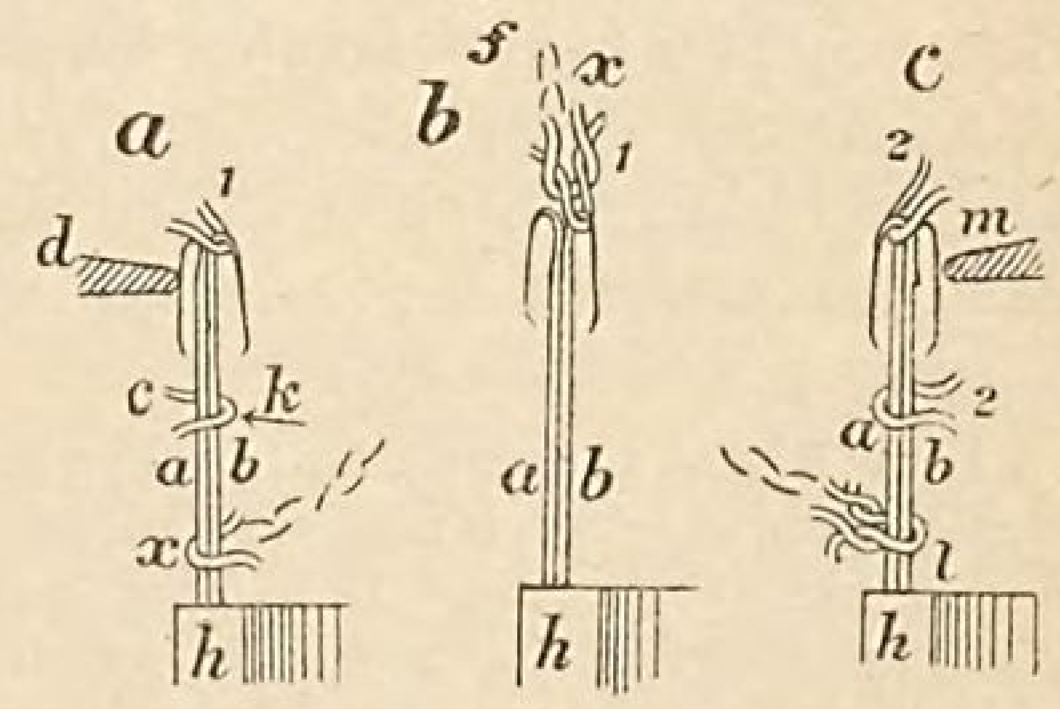


Fig. 5682.



Rund-Ränderstuhl für Farbmuster.

Fig. 5683.



Nadelordnung engl. Rundstühle für Links- und Linkswaare.

Bei Anwendung verschiedenfärbiger Fäden kann man auf diesem Stuhle leicht Farbmuster wirken, und dies in um so grösserer Mannigfaltigkeit, wenn man gleichzeitig Pressmuster erzeugt. Für diesen Fall macht man die Vorsprünge *c* der Nadelbleche, Fig. 5681, nicht mehr einfach, sondern formt sie stufenförmig, Fig. 5682. Den beiden Stufen entsprechen dann auch je zwei Riegel e_3, e_4 in jedem Systeme. Sind beide Riegel gehoben, so bilden in dem Systeme alle Nadeln Maschen, stehen beide tief, so erhält man nur Henkel, steht ein Riegel hoch, der andere nieder, so entsteht auf der einen Nadel eine Masche, auf der anderen gleitet der Faden unter den Henkel, um später eine Doppelmasche zu bilden. Eine gleiche Anordnung ist für die Maschinennadeln durchgeführt.

Englische Rundstühle für Links und Linkswaare arbeiten auch mit zwei Nadelreihen. Diese beiden stehen auf einem gemeinschaftlichen Nadelkranze *h*, Fig. 5683 *a*—*c*. so befestigt, dass immer je zwei Nadeln mit dem Rücken ihrer Schäfte aneinanderstossen. Der Stuhl hat eine gerade Anzahl von Systemen (vgl. pag. 753), in dem einen wird die rechts, in dem anderen die links abgeschlagene Maschenreihe gebildet. Im ersten Systeme drückt ein Streicheisen die Waare an den Nadelschäften abwärts und stuhleinwärts, wodurch innerhalb des Nadelkranzes *k* Raum genug für ein Kulirrad entsteht, welches auf den Nadeln *b* die Schleifen *c* von innen nach aussen kulirt und aufwärts in die Haken *1* schiebt. Das Pressrad ist aussen und presst die Nadeln *a*, damit die alten Maschen *x* in den Haken nicht hängen bleiben, sondern darüber abgeschlagen werden. Im zweiten Systeme biegt man die Waare durch ein Streicheisen nach aussen, senkt sie herab in die Lage *l* und kulirt mittels eines äusseren Kulirrades von aussen nach innen die Schleifen *2* und schiebt sie in die Haken von *a*. Das Pressrad *m* dieses Systemes ist innerhalb des Stuhles und presst die Nadeln *b*. Die alten Maschen gehen über sie hinweg, fallen von rechts nach links in die alten Schleifen und bilden eine Linksreihe von Maschen.

Pressmuster werden an englischen Rundstühlen sowohl mit Haken, wie mit Zungennadeln gewirkt.*) Die glatten Pressräder sind hier durch ähnlich gezahnte Musterräder, wie pag. 753 ersetzt.

Englische Rundstühle sind in der Regel als Schlauchstühle gebaut, d. h. der Kreis ihres Nadelkranzes ist so eng, dass der Waarencylinder schmal, schlauchartig wird. Der Antrieb ist von Hand aus oder elementar u. zw. entweder für jeden Stuhl getrennt, oder es sind mehrere Stühle an einer Achse montirt.

Arbeitsgeschwindigkeit der Rundstühle. Die Angabe dieser Grösse gestattet nur selten einen Vergleich über die Leistungsfähigkeit der Stühle, denn selten sind sie nach denselben Normen durchgeführt. Bald wird die Lieferungsmenge durch die Anzahl der in bestimmter Zeit fertig gestellten Gebrauchsgegenstände, bald durch die in gewisser Zeit verarbeitete Fadenmenge u. a. angegeben. Als theoretische Angabe kann man die Arbeitsgeschwindigkeit zur Vergleichszahl wählen, d. i. die Maschenzahl oder Länge der Maschenreihen, welche in 1 Sec. gefertigt werden. Diese Länge stimmt mit der Umfangsgeschwindigkeit des Nadelkreises überein. Bei mehreren Systemen ist die Lieferung gleich der eines Systemes mal der Zahl der vorhandenen Systeme. Arbeitet ein Stuhl locker, ein anderer fest, so ist die Lieferung beider auch bei gleicher Arbeitsgeschwindigkeit verschieden. Willkomm gibt im Mittel für französische und englische Rundstühle eine Arbeitsgeschwindigkeit von 550^{mm} an, Abweichungen bewegen sich zwischen den Grenzen 346 und 900^{mm}.

Flache mechanische Kulirstühle (*métier rectiligne — straight power frame*). Zu häufigerem Gebrauche gelangten die flachen, mechanischen Kulirstühle erst in den letzten Decennien, nachdem es gelungen ist, sie mit selbstthätiger Mindervorrichtung zu versehen und zur Herstellung regulärer Waaren einzurichten. Im Allgemeinen kann man diese Stühle nach Anordnung ihrer Nadeln in Gruppen theilen. Bei einigen Stühlen liegen die Nadeln horizontal, bei anderen vertical, sie sind im Gestelle befestigt, oder mit der Nadelbarre beweglich oder auch einzeln beweglich.

Eine ältere Construction flacher mechanischer Kulirstühle ist der von Luke Barton mit festliegenden, horizontalen Nadeln. Dieser Stuhl erinnert in der Hauptsache an den Rösschenstuhl (pag. 732). Zur Erhöhung der Production ist dieser Stuhl für mehrere, gleichzeitig herzustellende Stücke (4) genügend breit. Gegenüber dem bei den Handstühlen Gesagten ist hier die Befestigung der Fadenführer als neu zu erwähnen, Fig 5684 *a—d*. Der Weg

Fig. 5684 a.

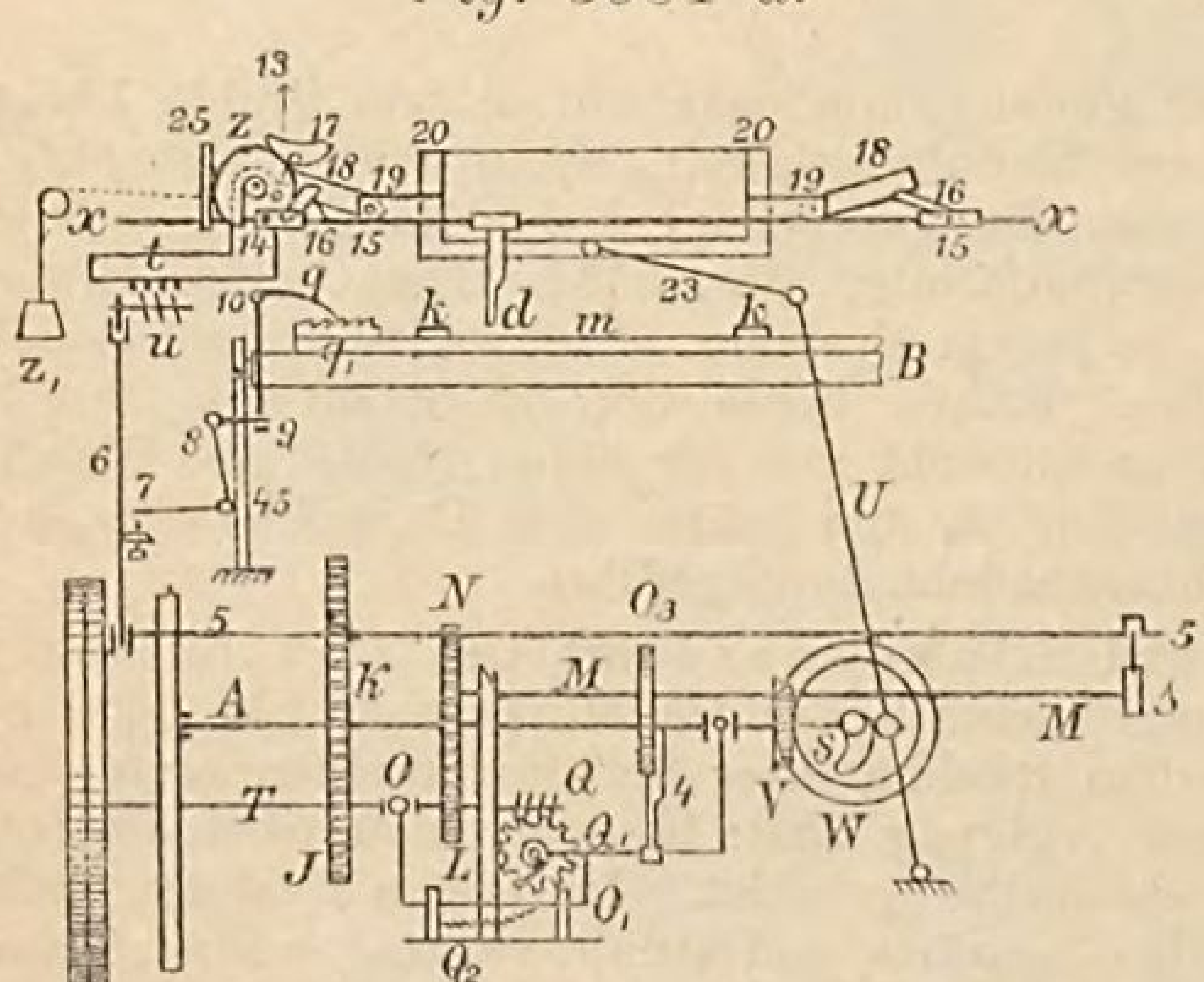
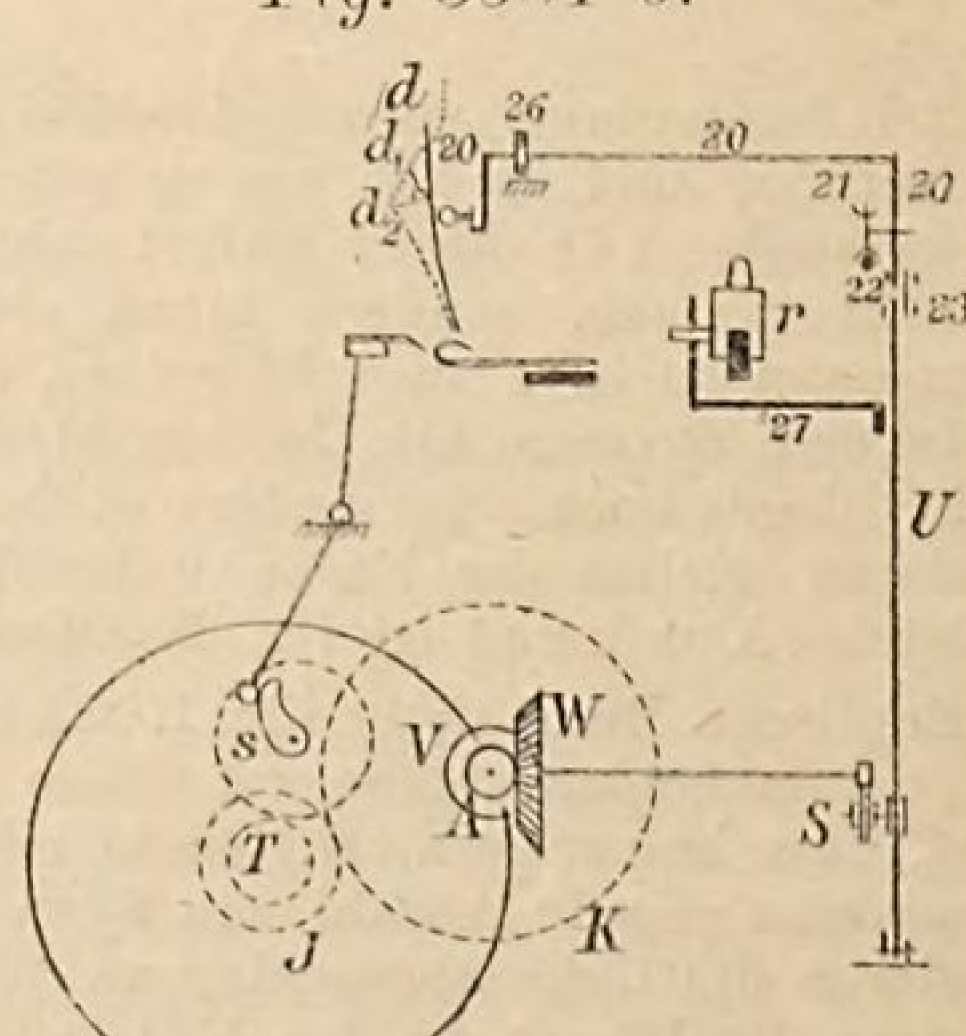


Fig. 5684 b.



Flacher mechanischer Kulirstuhl von Luke Barton.

des Fadenführers *d* muss bei geminderter Waare nach Bedarf begrenzt werden können. Da aber die Bewegung des Fadenführers vom Rösschenhebel *U* abgeleitet wird und letzterer

*) Dingler pol. Journ., Bd. 237, pag. 219; Bd. 235, pag. 110; Bd. 234 pag. 452.

immer gleich weit nach links und rechts ausschwingt, so muss die Verbindung zwischen Rösschenhebel und Fadenführer eine ausrückbare sein. Die Bewegung des Rösschens *r* erfolgt, wie in Fig. 5684 *a* und *b* schematisch dargestellt ist, durch die Triebwelle (*l'arbre de commande — driving shaft*) *T*, die Stirnräder *J*, *K*, Arbeitswelle *A* (*l'artré à cammes — cam shaft*), Kegelräder *V*, *W*, Daumen *S*, Hebel *U* und Arm *27*, welcher sämmtliche Rösschen (4) auf die Weite einer Stuhlabtheilung verschiebt. Derselbe Hebel *U* bewegt die Fadenführer *d*. Diese sind an einer Stange *x* angeschraubt, welche in den Oesen zweier Arme *25* verschiebbar sind. Behufs Verschiebung stösst der Mitnehmer *18*, *19*, *20* an den Zapfen *15* der Führerstange *x*. Der Mitnehme-Rahmen *20* läuft auf Rollen *26* auf dem Ruhegestelle und mit Rollen *21* auf einem Stabe *22* und wird vom Arme *23* mit dem schwingenden Hebel *U* verbunden. Ausser der Arbeitswelle, welche nur während der Maschenbildung in Betrieb ist, besitzt der Stuhl noch eine Minderwelle *M*, welche alle zum Mindern nöthigen Stücke bewegt. Von beiden Wellen kann immer nur eine in Thätigkeit sein. Zu diesem Zwecke sind die Räder *J* und *L* auf der Triebwelle *T* nicht fest, sondern werden erst durch Einrückung einer Klaue *0* gekuppelt. Soll bei einer Waare nach einer bestimmten Anzahl Reihen gemindert werden, so muss vor Beginn der nächsten Reihe die Arbeitswelle *A* selbstthätig ausgelöst und die Minderwelle eingelöst werden. Für diesen Zweck ist an der Triebwelle *T* eine Schnecke *Q*, welche das Schneckenrad Q_1 umdreht. An der Nabe von Q_1 sitzt ein Hebedaumen *1*, welcher nach jeder Umdrehung den Arm 0_1 nach rechts schiebt, wobei dieser den Kupplungsmuff aus *J* herauszieht und mit *L* verbindet. Damit ist die Minderwelle in Betrieb gesetzt und bleibt es so lange bis der Daumen *1* den Arm 0_1 verlässt und letzterer, dem Zuge der Feder Q_2 folgend, die alte Lage einnimmt. Durch passende Wahl der Uebersetzung der Räder *J*, *K* und *L*, *N* und der Zähnezahl von Q_1 ist es möglich, die Minderwelle nach einer gewünschten Anzahl gleich breiter Reihen in Wirksamkeit zu bringen. Das Hängewerk muss sowohl bei der Maschenbildung, wie beim Decken oder Abnehmen thätig sein. Für letzteres ist noch eine eigene Einrichtung getroffen: der Ausrückstab O_1 ist bis an die Hubscheibe O_3 verlängert und schiebt, bei Einwirkung des Daumens *1*, ein an der Nabe von O_3 sitzendes Stück *4* weg. Fig. 5684 *c*. In die entstandene Vertiefung von O_3 kann der Hebel P_1 eintreten, u. zw. wie nothwendig (zum Einschliessen nach dem Aufdecken) tiefer als sonst der an O_3 anliegende Hebel P_1, P_4 gestatten würde. Vom Hängewerk gehen Hebelverbindungen sowohl nach der Arbeits-, wie nach der Minderwelle. Die Mindermaschine besteht aus einer Tragstange *B*, Fig. 5684 *a*, in verticalen Armen *45* drehbar, auf welcher sich Deckerschienen *m* mit den Deckern *k* verschieben. Die Decker sind in gerader Anzahl vorhanden, die eine Hälfte von ihnen nimmt die Randmaschen zur linken, die andere zur rechten Seite des Waarenstückes ab und hängt sie nach einwärts. Dabei bewegt sich ein Theil der Decke und die zugehörige Schiene nach links, der andere nach rechts. Die Bewegung ist von Zahnstangen q_1 und Schaltklinken *q* hervorgerufen. Auf der Minderwelle sitzt eine Hubscheibe *s*, diese bewegt den Winkelhebel *5*, dessen Welle über die ganze Stuhlbreite reicht, so dass sie auf jeder Seite einen Stab *6* hebt, dadurch die Hebel *7*, *8* und *9*, *10* anstösst und vermittels der Klinken *q* die Zahnstangen auf der einen Stuhlseite gegen rechts, auf der anderen gegen links schiebt. Eigene Zugstangen ziehen die Decker auf die Stuhlnadeln. Die Begrenzung des Fadenführerweges ist aus Fig. 5684 *d* ersichtlich. Der

Fig. 5684 c.

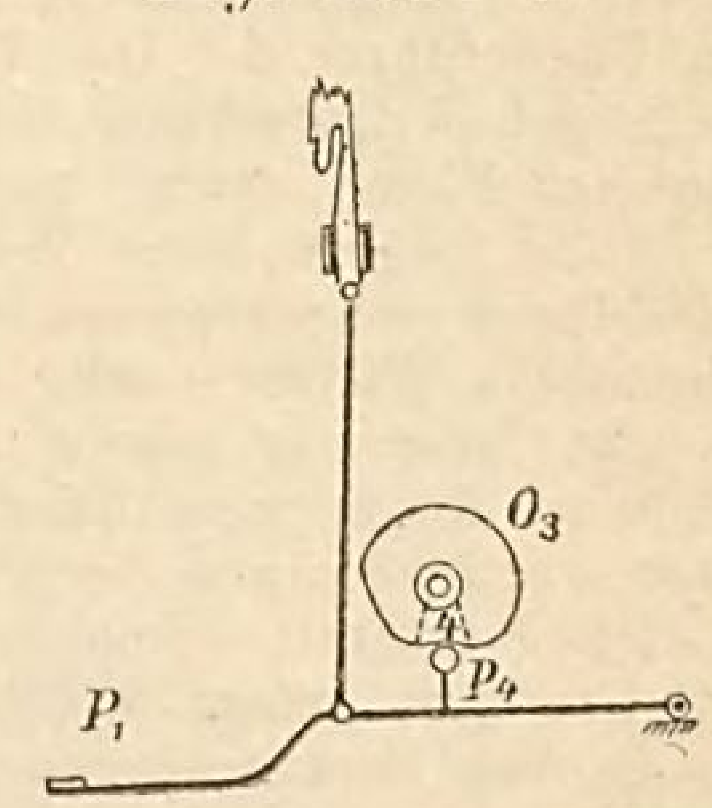
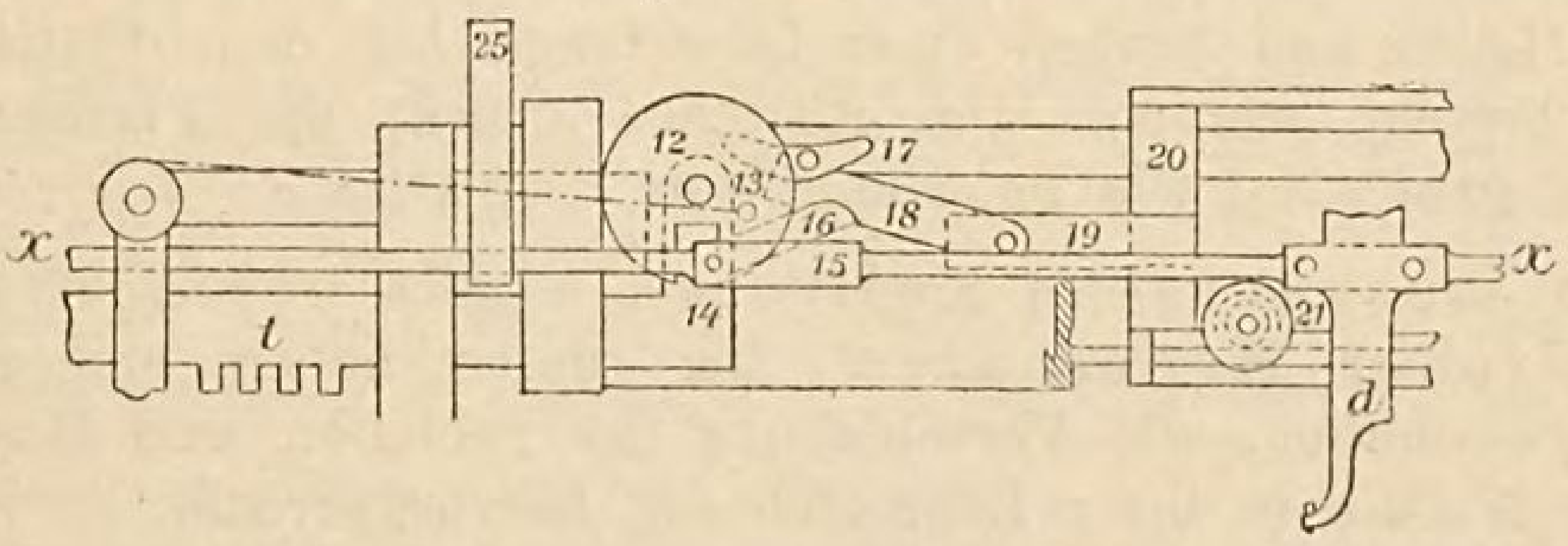


Fig. 5684 d.



Rahmen *20* reicht über den Stuhl hinweg, stösst auf jeder Seite mit dem Anschlag *19* und den beweglichen Armen *18*, *16* an den Bolzen *15* der Fadenführerstange *x* und bewegt diese sammt den Fadenführern nach derselben Seite wie das Rösschen. Wenn gemindert wird, so müssen die Fadenführer einen kleineren Hub als die Rösschen ausführen. Am Ende des Hubes gelangt der Bolzen *15* in einen Schlitz *14* der Scheibe *z*, welche um die Achse *12* drehbar ist und durch das Gewicht z_1, Fig. 5684 *a*, in bestimmter Lage gehalten wird. Der Bolzen *15* stösst endlich an den unteren Rand des Schlitzes *14* und durch den Ausschub der Stange *x* wird die Scheibe *z* ein wenig gedreht, bis sie in der Lage, wo der Schlitz vertical steht, gehalten bleibt. Jetzt hindert sie auch den Bolzen *15* die Stange *x* und den

Fadenführer *d* an der Weiterbewegung theilzunehmen. Beim Eintritt von *15* in *14* ist auch das schräge Stück *17* an dem Stifte *13* angelangt und daran etwas emporgestiegen, gleichzeitig hebt sich der Arm *16*, *18*. Dabei wird *16* von *15* nach oben gehoben und der Mitnehmer *16* drückt nicht mehr auf die Fadenführerstange. Letztere bleibt stehen, während die Rösschen ihren Hub beenden. Die Scheibe *z* muss auch nach jedem Mindern um den Betrag des letzteren nach innen geschoben werden, damit für die folgenden Reihen der Fadenführer-Weg richtig begrenzt sei. Hiefür ist *z* in einem Schieber *t* drehbar, letzterer greift mit Zähnen in eine Schnecke *u* ein, welche durch ein Schaltrad und Klinke von der Stange *6* gedreht wird.

Beim unregelmässigen Mindern übernimmt der Arbeiter die ganze Wartung. Zur Herstellung fester Randmaschen trägt jeder Fadenführer eine Fadenspann-Vorrichtung, d. i. der Winkelhebel d_1 d_2 Fig. 5684 *b*. Die Arme d_2 sämmtlicher Hebel werden durch eine gemeinschaftliche Zugvorrichtung gehoben, dabei drücken die Arme d_1 den Faden zwischen sich und den Fadenführer *d*. Die Verbindung zwischen d_1 und d_2 ist nicht fest, sondern von einer Feder gebildet, es kann bei anliegendem d_1, der zweite Hebel d_2 immer noch etwas gehoben, also der Faden etwas angezogen werden und dabei wird die Randmasche kürzer gemacht.

Zu Beginn eines Waarenstückes braucht nicht wie beim Handstuhle das zeitraubende Anschlagen vorgenommen zu werden. Man hilft hier anders ab. Luke Barton benützte ein gespanntes Waaren- oder Rolltuch, welches auf die Nadeln geschoben und durch Hängegewichte gespannt wurde. An dieses dünne, gazeartige Gewebe wurden 3—4 Reihen angewirkt, auf diese folgte eine Langreihe und hierauf gewöhnliche Maschenreihen in der für einen Doppelrand nöthigen Anzahl. Später wurde das Rolltuch durch einen Rechen mit kurzen Zähnchen ersetzt; dieser hält mit den Zähnchen die erste kulirte Schleifenreihe in den Platinenschleifen fest, hängt letztere später zur Bildung eines Doppelrandes auf die Nadeln, worauf der Rechen herausgezogen wird.

Alle Theile eines Gebrauchsstückes gleichzeitig auf einen Stuhl herzustellen, bietet sowohl Schwierigkeiten als auch Nachtheile. Man hat für die einzelnen Theile nicht nur verschieden zu mindern, sondern nützt auch den Stuhl für die kleineren Theile nicht so gut aus wie für die grösseren.

Aus diesem Grunde muss die Theilung so vorgenommen werden, dass gleiche Theile gleichzeitig auf dem Stuhle erzeugt werden. Dieser Umstand erschwerte den Stühlen auch die Einführung ins Kleingewerbe, erst die kleineren Einlängen-, höchstens Zweilängen-Stühle von Paget fanden grössere Verbreitung.

Unter den neueren Stühlen mit festliegender Nadelbarre sei der von N. Berthelot in Troyes hervorgehoben. Hübsch ist an diesem die Einrichtung, dass die Platinen die Schleifen so lange halten, bis die Nadelhaken gepresst sind. Dieser Kunstgriff fand später allgemeine Einführung. Man bringt die kulirten Schleifen durch die Platinennasen nicht ganz vor bis an die Nadelköpfe, sondern nur bis unter die Hakenspitzen, so dass vorn die Pressschiene aufgedrückt werden kann, während die Schleifen noch gehalten sind. Diese Vorsicht befähigt den Stuhl harte Garne ohne Schwierigkeit zu verarbeiten.

Grosse Aehnlichkeit mit dem weiter unten besprochenen Stuhle von Paget zeigt der Stuhl von Brauer & Ludwig in Chemnitz. Der Unterschied besteht im Wesentlichen darin, dass letztgenannter Stuhl eine fest liegende Nadelbarre und ganze Platinen besitzt. Letztere sind hier wie dort nur fallende Platinen, welche durch Heben und Senken einer Querstange bei dem Platinenpressen und Einschliessen bewegt werden. Das Rösschen drückt die Platinen zum Kuliren direct abwärts, genau so, wie im Stuhle von Paget.

Flache mechanische Kulirstühle mit horizontalen Nadeln und beweglicher Nadelbarre. Bei diesen heben und senken sich die Platinen wie gewöhnlich, die Verschiebung der Schleifen und Maschen ist durch Bewegung der Nadeln in ihrer Längsrichtung hervorgebracht.

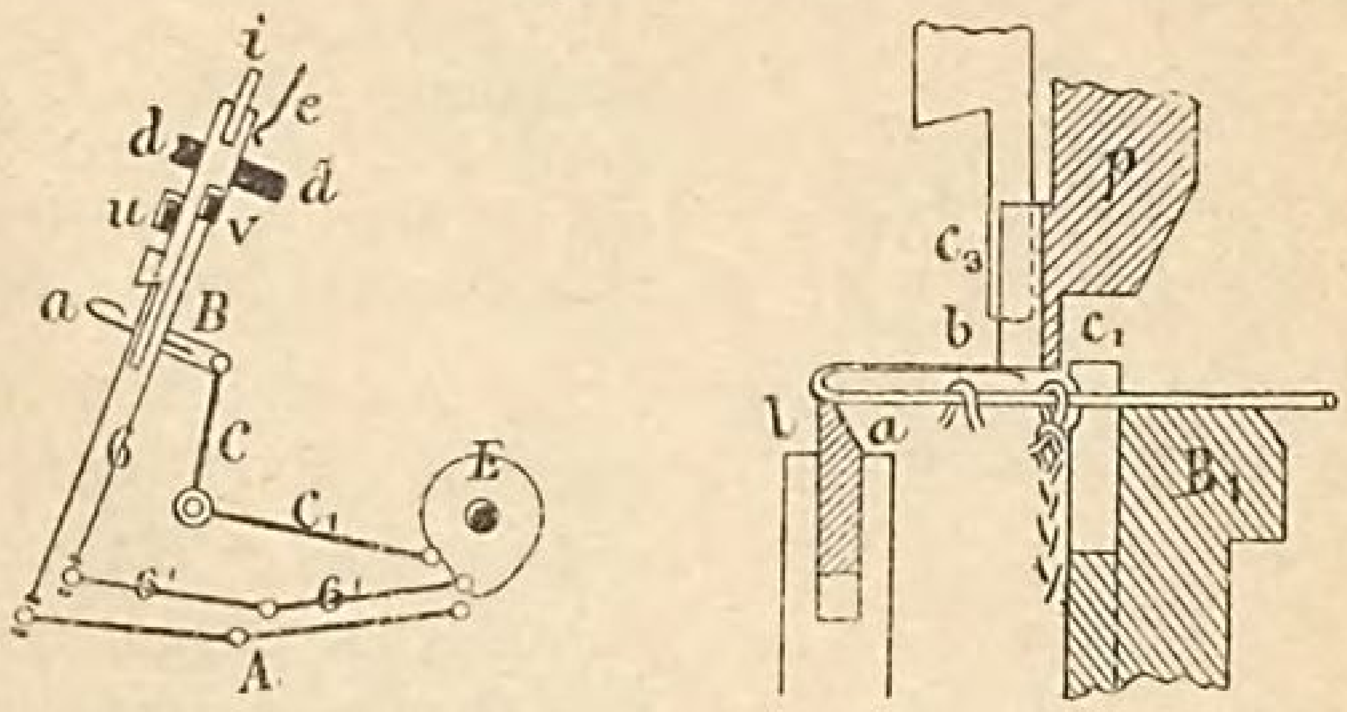
Der wichtigste dieser Stühle ist der von Arthur Paget, Fig. 5685 *a*—*b*. Bezeichnend für diesen Einlängenstuhl ist die Anordnung blos fallender, also nur zum Kuliren und nicht zum Vertheilen bestimmter Platinen. Angewendet ist hier eine Kammpresse.

Die Bewegungen für die Maschenbildung, wie für das Mindern sind von einer Welle mit Hubscheiben abgeleitet. Die Nadelbarre ist durch Gelenke mit zwei Armen *C* verbunden. An gemeinschaftlicher Achse mit beiden ist ein dritter Arm C_1, der seine Bewegung von einer Triebwelle *E* erhält und auf die Arme *C* überträgt, Fig. 5685 *a*. Die Nadeln gleiten bei ihrem Hin- und Hergange in Führungen der Abschlagschienen B_1, Fig. 5685 *b*, auf welchen

Sattelplatten c_1 einen Kamm bilden, welcher bei genügend weit zurücktretenden Nadeln die alten Maschen zurückhält. Sind die Haken der Nadeln von einer Kammpresse niedergedrückt, so treten die Nadeln durch die alten Maschen und ziehen dabei die neuen Schlingen vollständig durch. Zur grösseren Sicherheit des Abschlagens sind die Vorderkanten der Abschlagzähne etwas bogenförmig ausgefräst.

Um die tiefste Platinenstellung zu egalisiren, wenden G. Hecker und Söhne in Chemnitz (D. R.-P. Nr. 7005 vom 11. Jänner 1879) an der gewöhnlichen Einschliesschiene drehbar befestigt eine zweite Schiene an, welche beim Kuliren auf die Platinen theils federnd, theils durch ihr Eigengewicht drückt und durch den gleichmässigen elastischen Druck sämmtliche Platinen in gleicher Höhe erhält.

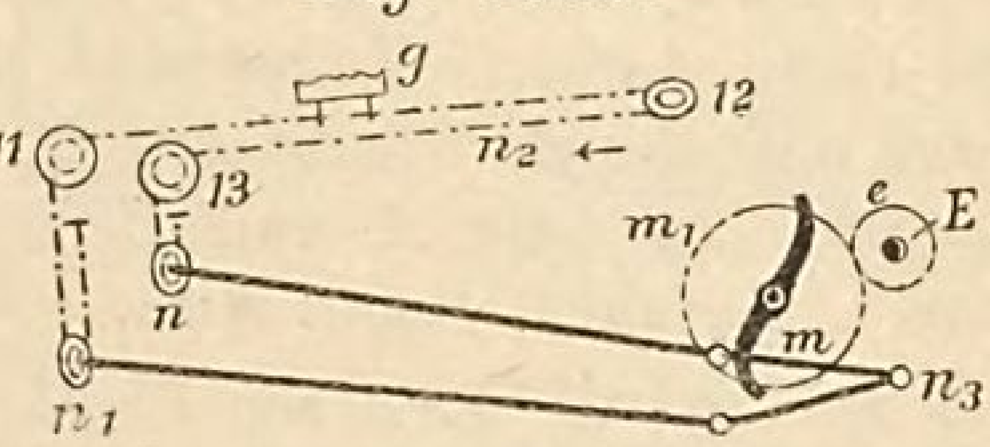
a *Fig. 5685.* *b*



Flacher mechanischer Kulirstuhl von A. Paget.

Aehnlich wie bei dem Stuhl von Brauer & Ludwig (s. später) ist auch bei dem Stuhle von Paget die Nadelreihe von einer eigenen Nadelschiene, (Lame) *l* gestützt. Fig. 5685 *b*. Diese Auflage ist elastisch, weil die Schiene durch Federn nach aufwärts gedrückt wird. Die Platinen haben blos die Nase und das Kinn ausgebildet, letzteres steht von den Abschlagzähnen so weit ab, dass zwischen beiden jener Raum frei bleibt, den sonst die Kehle bildet. Alle Platinen sind in Schlitzen zweier Balken *d*, Fig. 5685 *a*, geführt und durch Federn *e* in der höchsten Lage gehalten. Das Rösschen *i* drückt sie unmittelbar zum Kuliren herab. Das Mühleisen *v* begrenzt den Platinenhub und wirkt gleichzeitig als Platinenpresse. Es ruht auf zwei Stangen *6* und wird von dem durch eine Welle mit Hebedaumen bewegten Hebel *6'* auf- und abgezogen. Stellschrauben begrenzen den Hub für lockere und feste Waaren. Die Einschliesschiene *u* wird durch Hebel von einer Schüttelwelle *A* aus gehoben und gesenkt, sie drückt die Platinen gleichmässig nieder, wenn ihre unteren Theile durch die Nadellücken gehen sollen, um die Waare zwischen sich und den Abschlagkamm einzuschliessen, sobald die Stuhlnadeln vorgehen. Die Presse ist als Kammpresse gestaltet, sie bietet den Platinen noch einige Führung, Fig. 5685 *b*. Die Bewegung der Kulirvorrichtung im Original Paget-Stuhl war nicht hinreichend zuverlässlich, sie wurde später durch die Anordnung von Brauer und Ludwig*) ersetzt. Vom Rösschenschlitten *g* gehen nach rechts und links über Leitrollen *11*, *12*, *13*, Fig. 5686, Schnüre n_2, auf welchen Rollen n, n_1 aufgehangen sind. Die Rollen n, n_1 sind an den Enden zweier Hebel n, n_3, n_1, n_3 drehbar befestigt. Hebedaumen m drücken abwechselnd einen der beiden Hebel nieder und weil, wegen einer eingeschalteten Uebersetzung, die Welle m halb so viel Umdrehungen macht als die Hauptantriebwelle E, so wird während jeder ganzen Umdrehung der letzteren nur ein Daumen auf den entsprechenden Hebel wirken, d. h. der Rösschenschlitten seine Bewegung nur in einem Sinne ausführen. Für die nächste Umdrehung der Hauptwelle wird die entgegengesetzte Schlittenbewegung eingeleitet.

Fig. 5686.



Führung d. Rösschenschlittens nach Brauer & Ludwig.

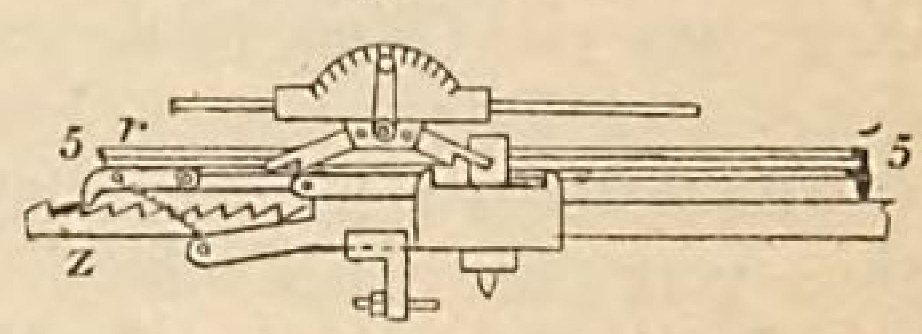
Während des Minderns muss der Rösschenzug ausser Wirksamkeit kommen. Hiefür ist das Rad m_1 auf m lose aufgeschoben und wird von dem Rad e auf E so lange leer mitgenommen, als der Kupplungsstift einer zweiten, auf m festsitzenden Scheibe so weit zurückgezogen ist, dass er das Rad m_1 nicht erreicht.

Die Verschiebung des Fadenführers ist im Wesentlichen der an Luke Barton's Stuhl ähnlich. Ueber die Abänderung der constructiven Lösung, s. G. Willkomm's Werk pag. 275.

Die Mindermaschine ist hier ähnlich, wie die Petinetmaschinen am Handstuhle (pag. 743) angebracht. Für die Begrenzung des Fadenführerweges beim Mindern ist folgende Einrichtung getroffen:

Ueber die ganze Stuhlbreite hin reicht eine Schiene *5*, Fig. 5687, sie ist von Hebeln getragen, die durch Hubscheiben gehoben und gesenkt werden.

Fig. 5687.

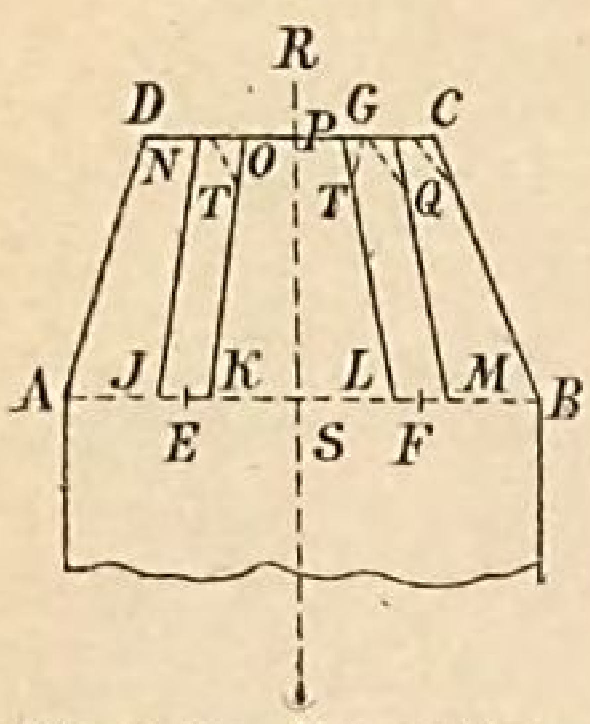


Mindervorrichtung am Stuhle Paget's.

*) Dingl. pol. Journ. Bd. 232 pag. 120.

In der Längsnuth der Schienen gleiten Backen mit beweglichen Sperrklinken, welche jederseits in die Verzahnung der Fadenführerstange z eingreifen. Wird beim Mindern die Schiene 5 gehoben, so zieht eine Feder die Klinke r so weit herab, dass beim Senken der Schiene 5 die Klinke r in die nächst innere Zahnlücke der Stange z einfällt. Da die Stange z fest liegt, so stemmt sich die Klinke an der Zahnbrust und es schieben sich die Backen sammt den damit verbundenen Puffern (vgl. Handstuhl pag. 735) um eine Nadeltheilung einwärts. Da solches jederzeit geschieht, so rückten die Puffer einander um zwei Nadeltheilungen näher, d. h. der Fadenführerweg ist um so viel kürzer geworden. An dieser Verschiebung nehmen auch die Decker theil, sie werden von vortretenden Schrauben an den Puffern um den bezeichneten Betrag nach einwärts geschoben.

Fig. 5688.

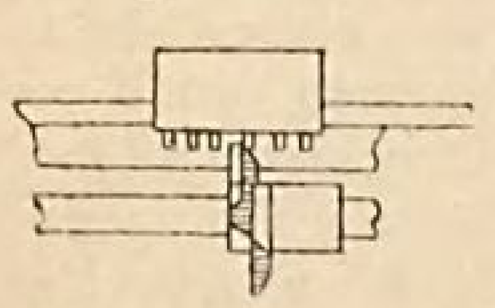


Französ. Fusspitze.

An neueren mechanischen Stühlen*) ist die Mindermaschine auch zur Herstellung der sog. französischen Fusspitze eingerichtet. Diese Fusspitze Fig. 5688 besteht aus einem Theile $ABCD$, welcher in der ganzen Breite des Fussumfanges abnimmt und durch Umlegen der Stücke AD, CB um die Mittellinie zu einem geschlossenen Ganzen wird. Die Minderung wird hier bei E und F vorgenommen. Man wählt die Stücke JK und LM, 4, 6 oder 8 Maschen breit und rückt dann nach je zwei Maschenreihen erst die Stücke AK, BL um eine Nadel und gleich darauf die Stücke AJ und BM wieder um eine Nadel nach einwärts, so dass A und B je um zwei Nadeln vorrücken und die ganze Breite um 4 Maschen enger wird.

Man benützt am Stuhl von Paget auf jeder Seite 2 Decker, je einen schmalen für JK, LM und je einen breiten für AJ, MB. Beide Decker sind um eine Nadeltheilung von einander abstehend, hebt man mit ihnen die Waare ab, so bleiben nur die Maschen auf der Zwischennadel hängen; das Forthängen erfolgt in der früher erwähnten Weise. Die Bewegung der breiten Decker besorgen unregelmässig geformte Schrauben, bei welchen nicht nur die Stetigkeit des Schraubengewindes öfters unterbrochen ist, sondern auch das linke Gewinde stellenweise in ein rechtes übergeht (Fig. 5689). Mittels der Schrauben werden die breiten Decker sammt den Maschen erst um zwei Nadeln vor, dann leer um eine Nadel rückwärts gezogen, wodurch sie wieder die richtige Stellung gegen die schmalen Decker erhalten, d. h. nur um eine Nadeltheilung von einander abstehen. Später hat man den Minderapparat dahin abgeändert, dass gegen Ende der Arbeit die Deckerkanten JN und KO oder LP und MQ einander genähert werden, also der ganze Streifen zugespitzt wird. Man erreicht dies dadurch, dass gegen Ende der Spitze die zu überhängenden Maschen auf den inneren Seiten KT oder LT bei jedem Mindern um eine oder zwei Maschen weiter von aussen geholt werden, wodurch die letzten Maschenlagen so verzogen werden, dass sie nicht mehr in der Linie TO, TP liegen, sondern die Kanten der Mitte sich nähern. Bei den schmalen Deckern, die gegen Ende immer weniger Nadeln benöthigen, werden letztere theils zurückgezogen, theils durch Anliegen auf einen untergelegten Stab unwirksam gemacht.

Fig. 5689.



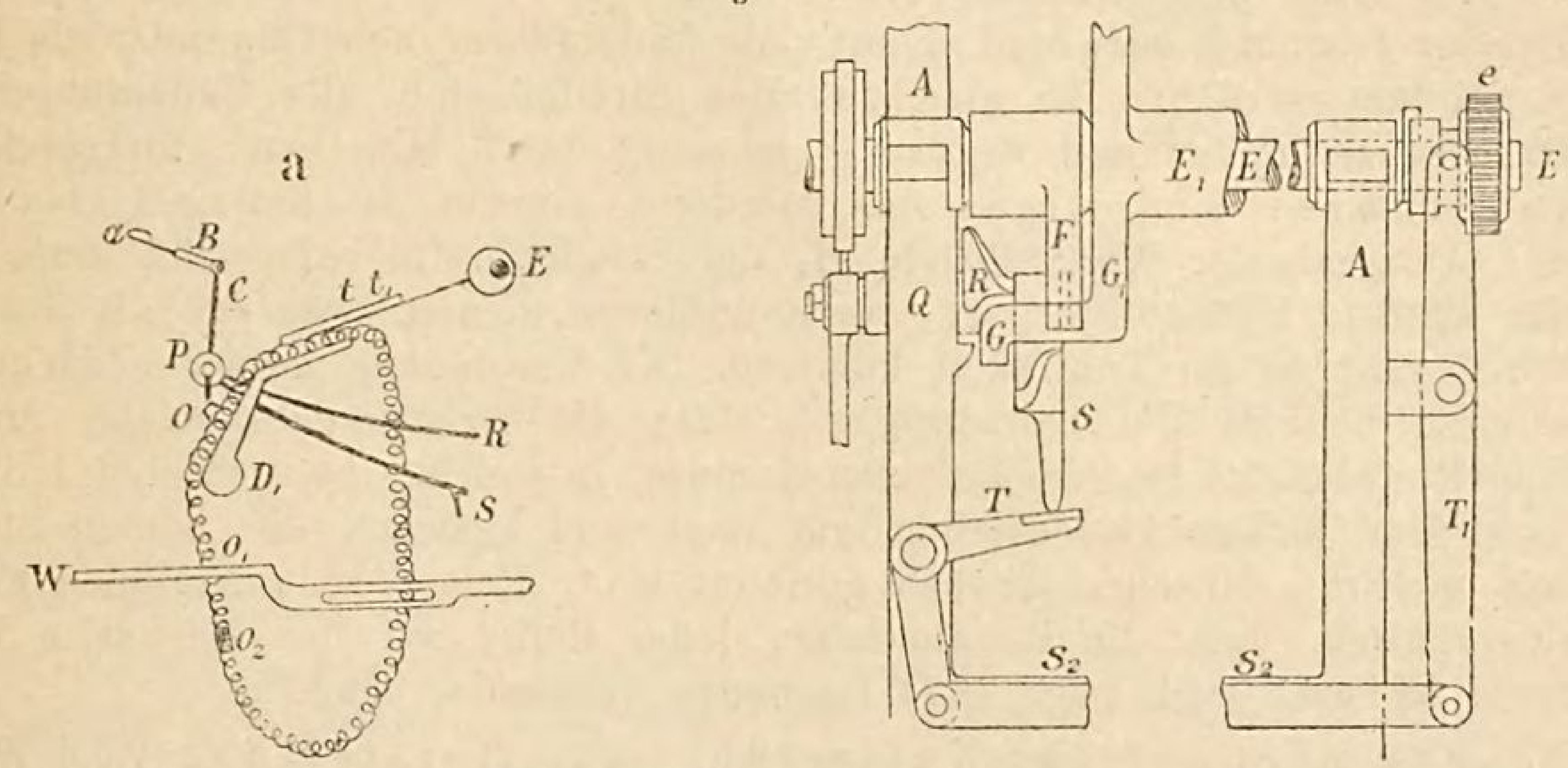
Für den Antrieb des Stuhles von Paget ist blos eine Welle vorhanden, von dieser werden die nöthigen Bewegungen für alle Phasen der Arbeit durch Hubscheiben abgeleitet, u. zw. sind stets die nur für eine bestimmte Arbeit nöthigen Theile in Thätigkeit, die übrigen ruhen. Da meist mehrere Stühle von einer gemeinschaftlichen Welle getrieben werden, so ist es vortheilhaft, jeden einzeln und möglichst selbstthätig nach Vollendung eines Waarentheiles abstellbar zu machen. Hiefür sind in jeden Antrieb Spannrollen eingeschaltet, welche, wenn zurückgezogen, den Riemen schlaff über die Riemenscheiben gleiten machen.

Für das selbstthätige Auslösen nach Vollendung eines Waarenstückes ist seitlich an dem Stuhl eine Zähl- oder Regulatorkette angebracht. Die Kette o_1 (Fig. 5690 a u. b) hängt über einer schrägen Platte D_1 und wird während jeder Reihenbildung oder nach jedem Mindern von zwei Zugklinken um ein Glied nach aufwärts gezogen. Die Klinken t, t_1 sind an einem Excenter der Triebwelle E befestigt. An den aufgezogenen Gliedern ist die Zahl der fertiggestellten Reihen abzulesen. Für die Herstellung z. B. eines Strumpflängens muss die Gliedzahl der Kette zunächst gleich sein der Reihenzahl gleich breiter Reihen, damit der Stuhl selbst das Mass des Oberlängens abzähle.

*) Dingl. pol. Journ. Bd. 243 pag. 296.

Diese Glieder sind auf der Kette durch einen aufgesetzten Knopf O abgegrenzt. Gelangt dieser Knopf, wenn gemindert werden soll, unter den Hebel P, so hebt er diesen und senkt zwei Arme R, S. Der Arm R trägt eine schiefe Ebene (Fig. 5690 *b*), diese legt sich an einen Arm G der Hohlwelle E_1 und schiebt diesen sammt E_1 nach rechts. Dabei kommt der Arm von E_1 ausser den Bereich eines festen Mitnehmers F auf E und die Hohlwelle bleibt stehen. Die Welle E_1 als Trägerin aller für den Betrieb erforderlichen Hubscheiben bringt auch diese zur Ruhe. Der Arm S drückt bei seinem Niedergange auf den Winkelhebel T, dieser bewegt

Fig. 5690.



Selbstthätige Auslösvorrichtung.

die Zugstange S_2, den Hebel T_1 und rückt das Rad e aus. Rad e treibt die Kulirvorrichtung. (Vgl. Fig. 5686.) Nach einer Umdrehung der Triebwelle E ist der Knopf O an dem Hebel P vorbei, R und S kommen in ihre alte Lage. Eine ähnliche aber entgegengesetzt gestellte schiefe Ebene an S zieht den Arm G an der Welle E_1 wieder vor den Mitnehmer F an E und der frühere Gang ist eingeleitet. Für Unterbrechung des Betriebes bringt man an ein entsprechendes Glied der Kette seitlich einen Arm O_2 an, dieser stösst an einen vorstehenden Arm des Schiebers W an, stemmt sich gegen denselben und schiebt ihn sammt dem Schieber W zurück. Der Schieber W hält die früher erwähnte Spannrolle des Antriebes.

Der ursprüngliche Stuhl von Paget lieferte nach dem Princip der Arbeitstheilung nur bestimmte Theile der Gebrauchsstücke; nunmehr ist er mit Einrichtungen versehen, welche erlauben, dass durch Einsetzen besonderer Fadenführer, sowie verschiedener Decker, der Stuhl schnell zur Herstellung eines anderen Stückes vorbereitet ist.

Das Nähere über andere in diese Gruppe zu rechnenden mechanischen Kulirstühle siehe G. Willkomm, Technol. d. Wirkerei pag. 281—287.

Flache mechanische Kulirstühle mit horizontalen, einzeln beweglichen Nadeln. Ausser der Lamb'schen Strickmaschine (siehe später) sind die Versuche der Anwendung einzeln beweglicher Nadeln von geringem Erfolg gewesen.

Flache mechanische Kulirstühle mit verticalen Nadeln. Zu nennen sind hier blos solche mit beweglicher Nadelbarre. Der Grundgedanke des Stuhles von A. Eisenstuck in Chemnitz besteht darin: Rundgeschlossene Waare ohne Naht und mit veränderlichem Durchmesser herzustellen. Das Product entspricht nicht unmittelbar allen Anforderungen an eine gute reguläre Waare, denn der Doppelrand muss erst durch Umnähen gebildet werden, die Nahtkante nach der Länge des Strumpfes ist nicht deutlich ausgeprägt, um als Verzierung zu dienen und beim Erweitern, welches hier dem Mindern vorgezogen wird, entstehen Oeffnungen in der Waare. — Grössere Verbreitung erlangte der Stuhl von H. Stärker mit fallenden und stehenden Platinen, so wie auch der von F. E. Woller in Stollberg.

Flache mechanische Kulirstühle mit verticalen, einzeln verschiebbaren Nadeln. Diese sind in einer Anordnung ausschliesslich zur Herstellung von türkischem Fez bestimmt. Sie arbeiten mit Zungennadeln.

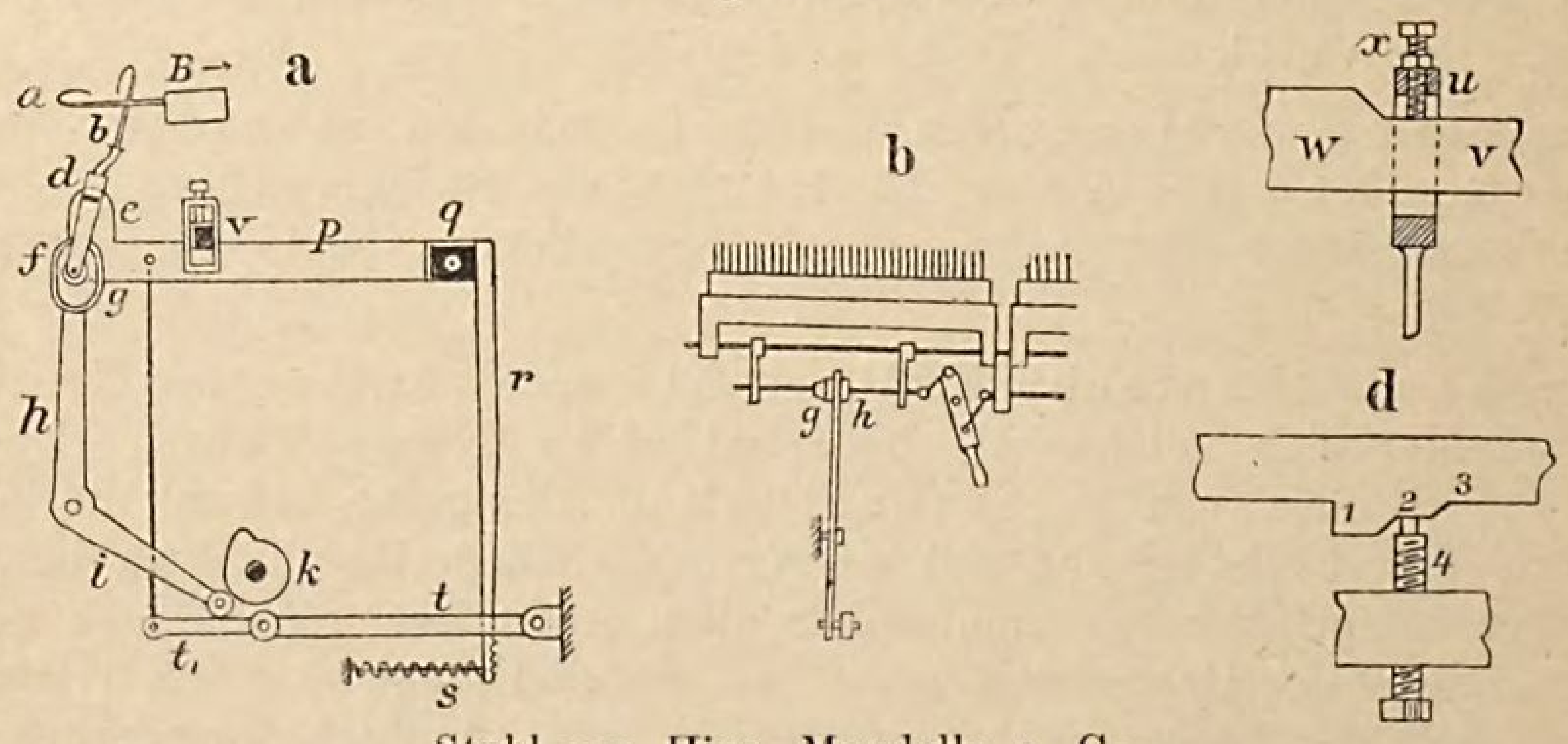
Flache mechanische Kulirstühle zum Wirken von Farbmustern. Muster aus bedrucktem Garne sind an Stühlen für reguläre Waare ohne Schwierigkeit herzustellen, mehr Hindernisse bieten unterlegte oder plattirte Muster. Am meisten werden Ringel- und Jacquardwaaren (letztere als langgestreift) in den Handel gebracht. Ringelwaaren sind gewöhnlich mit zwei verschiedenfarbigen Fäden ausgeführt. Mehrere Fäden anzuwenden ist deshalb umständlich, weil jeder Faden seinen Fadenführer benöthigt und die Anordnung derselben hinter- oder nebeneinander schwerfällig wird.

Bei der Jacquardwaare sind ebensoviele Fadenführer nebeneinander als Langstreifen gebildet werden. Bei gleich breiten Streifen sind alle Fadenführer miteinander fest verbunden und werden gleichzeitig durch Mitnehmer fortgeschoben. Die Randführer sind wegen des Minderns einzeln zu bewegen, bei noch grösserer Abnahme der Waarenbreite als der Streifenbreite entspricht, muss dann auch das nächste Fadenführerpaar als Randführer dienen, während die früheren Randführer ganz ausser Thätigkeit kommen. Die Verbindung zweier benachbarter Längsstreifen bedingt die Schwierigkeit, dass die Grenznadeln zweier Streifen eine doppelte (platirte) Masche aufnehmen muss, in welcher abwechselnd bald der eine, bald der andere Faden oben auf liegt und hiedurch die beiden Streifen durch ein mellirtes Maschenstäbchen getrennt sind. Reine Trennungslinien werden dadurch erhalten, dass die Randmaschen jeder Reihe auf der Rückseite durch sogenannte blinde (vgl. pag. 767) Legungen verbunden sind.*)

Flache mechanische Kulirstühle zur Herstellung von Wirkmustern. Ränder- und Fangstühle. Eine ältere, doch noch im Gebrauche stehende Construction ist die von Hine, Mundella & Co. in Nottingham. Dieser Stuhl ist in seiner Ausführung für 12 neben einander zu wirkende Waarenstücke, sogenannte Bänder, gebaut. Jedes Band (auch Oberstück genannt) wird genau so wie am Handstuhle erzeugt (pag. 732).

In Fig. 5691 *a—d*, ist die schematische Zusammenstellung der Stuhltheile gegeben. Da die Nadelbarre *B* mit den Stuhlnadeln *a* horizontal beweglich ist, so brauchen die Platinen wie auch die Maschinennadeln sich blos zu heben und zu senken, ohne längs den Stuhlnadeln zu schwingen. Alle Maschinennadeln *b* sind mit dem Querstücke *d* eines um Zapfen *e* schwingenden Rahmens verbunden. Die Lager der Zapfen *e* sind in dem um *q* drehbaren Hebel *p* angebracht. Unter dem Einflusse der Hubscheibe *k*, Hebel *i*, *h*, Bolzen *g* und Arm *e*, *f* werden die Maschinennadeln nach auswärts gegen die Maschinenpresse angedrückt. Dieselbe Presse wirkt hier auch als Stuhlpresse und wirkt daher bei jeder Reihenbildung zweimal.

Fig. 5691.



Stuhl von Hine, Mundella u. Co.

Gehoben und gesenkt werden die Maschinennadeln durch den Hebel *p*. In der höchsten Lage ist er durch den Arm *r* und Feder *s* gehalten; niedergezogen wird er von dem Daumen *k*, Hebel $t_{,}$, *t*. Die stellbare Schiene *v* begrenzt die höchste Hebellage.

Um bei Herstellung eines Doppelrandes (pag. 742) die Maschine auszurücken, ist auf der dem Arbeiter zugewendeten Seite ein Doppelhebel, Fig. 5691 *b*, angebracht, mittels

*) Dingler's polyt. Journal Bd. 237 pag. 216.

dessen der Wirker beide symmetrisch angeordnete Stuhlhälften ausrückt. Es wird das Kupplungsstück *g* an der Stange *f* aus der Schleife des Hebels *i h* herausgezogen und dann schwingen letztgenannte Hebel während der Bildung dreier glatter Reihen leer, ohne auf die Maschinennadeln einzuwirken. Die Maschinennadeln werden hiebei unter die Stuhlnadeln gezogen, wofür die Schiene *v*, so weit vorzuschieben ist, dass sie mit ihrem breiten Theill *w* (Fig. 5691 *c*) die Hebel *p* niederdrückt. Gleichzeitig wird das Mühleisen so eingestellt, dass es die geringste Kulirtiefe zulässt, d. i. bei der Lage, wo *1* über *4* steht, Fig. 5691 *d*. Liegt *2* auf *4*, so kulirt man gewöhnliche Randmaschen, bei *3* über *4* lange Randmaschen. Nach Vollendung der glatten Reihen, Einstellung der Theile für Bildung der gewöhnlichen Rechts- und Rechtswaare tritt auch ein Zählapparat in Thätigkeit, welcher nach Vollendung der nöthigen Reihen eine Glocke zum Ertönen bringt. Der Arbeiter wird aufmerksam gemacht, den Stuhl so zu bedienen, dass eine Langreihe zum Aufstossen des Oberstückes, der nöthigen Schutzreihen, so wie vor Beginn des Doppelrandes für das nächste Stück, die Langreihe zum Durchschneiden gebildet werde.

Der Antrieb gleicht dem des Stuhles von Luke Barton.

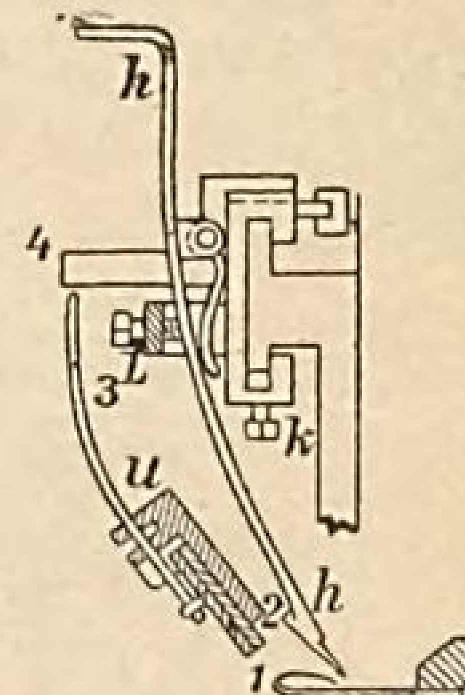
Bei neueren Stühlen sind die Bewegungen zum Verstellen der Maschine, des Mühleisens, der Fadenführer selbstthätig gemacht. Solche Stühle sind von Attenborough in Nottingham, Woller in Stollberg, Stärker in Chemnitz, Löbel in Limbach gebaut. Das Nähere siehe G. Willkomm, Technologie d. Wirkerei pag. 296.

Links- und Linkswaare wird an flachen mechanischen Stühlen auch gearbeitet. Die Stühle arbeiten ohne Mindermaschine und liefern gleich breite (bis 2^m) Stoffstücke.

Pressmuster von flachen mechanischen Stühlen.*) Schwierige Pressmuster und gleizeitig Farbmuster sind an flachen mechanischen Stühlen, der complicirten Anordnung und des schwierigen Wechsels der Pressbleche wegen, nicht so leicht herzustellen wie an Rundstühlen.

Der (pag. 760) erwähnte Stuhl von Brauer & Ludwig ist mit einer selbstthätigen Vorrichtung für Herstellung von Pressmustern und zum Wirken von Köper (s. später) im Doppelrande der Stoffe versehen. Hierzu trägt die glatte Stuhlpresse hintereinander zwei einnädlige Pressbleche, von welchem das eine fest, das andere beweglich angebracht ist. Die Beweglichkeit des zweiten Bleches erstreckt sich um je eine Nadeltheilung nach links und rechts, und es erfolgt die Verschiebung nach jeder vollendeten Maschenreihe vom Fadenführer aus (Fig. 5692). Der etwas bewegliche Arm *4* an dem Fadenführer *h* legt bei jedem Hin- wie Hergange den Hebel *3* um, und weil dieser Hebel *3* an einem Vorsprunge des beweglichen Pressbleches *1* anliegt, so wird auch dieses mitgenommen. Stehen beide Pressbleche so gegeneinander, dass die Zähne des einen die Lücken des anderen decken, so wirken sie wie eine glatte Schiene, sonst ist ihre Wirkung die eines Einnadelbleches. Für Bildung des Köpers (vgl. Weberei) ist noch nothwendig, dass jede Musterreihe gegen die vorhergehende um eine Nadeltheilung verschoben sei, es muss daher die ganze Presse *u* sammt ihren Tragarmen hin und her beweglich sein. Hiefür wird die Welle, auf welcher die Tragarme der Presse ruhen, von einer Feder immer nach einer Richtung hin gezogen; der Wellzapfen drückt immer an eine Stellschraube, welche an dem einen Ende eines Hebels angebracht ist. Das zweite Ende des Hebels lehnt sich an ein Stufenrädchen an und wird bei jeder Reihenbildung von einer vorbeikommenden Stufe gehoben, und dabei die Presse von dem zweiten Hebelende aus um eine Nadeltheilung vorgeschoben. Bei der nächsten Reihe fällt das Hebelende *h* in eine Kerbe des Eckrades ein, und die Feder zieht die Presswelle wieder zurück. Bei Herstellung glatter Waare wird der Arm *4* ausgelöst.

Fig. 5692.



Vorrichtung f. Pressmuster am Stuhle von Brauer u. Ludwig.

Petinet- oder Stechmaschinenmuster an flachen Stühlen. Zu erwähnen sind hier zwei wesentlich von einander verschiedene Maschinen: das Patent von H. Gränz in Limbach und jenes von C. G. Mossig in

*) Dingler's polyt. Journal Bd. 234 pag. 454.

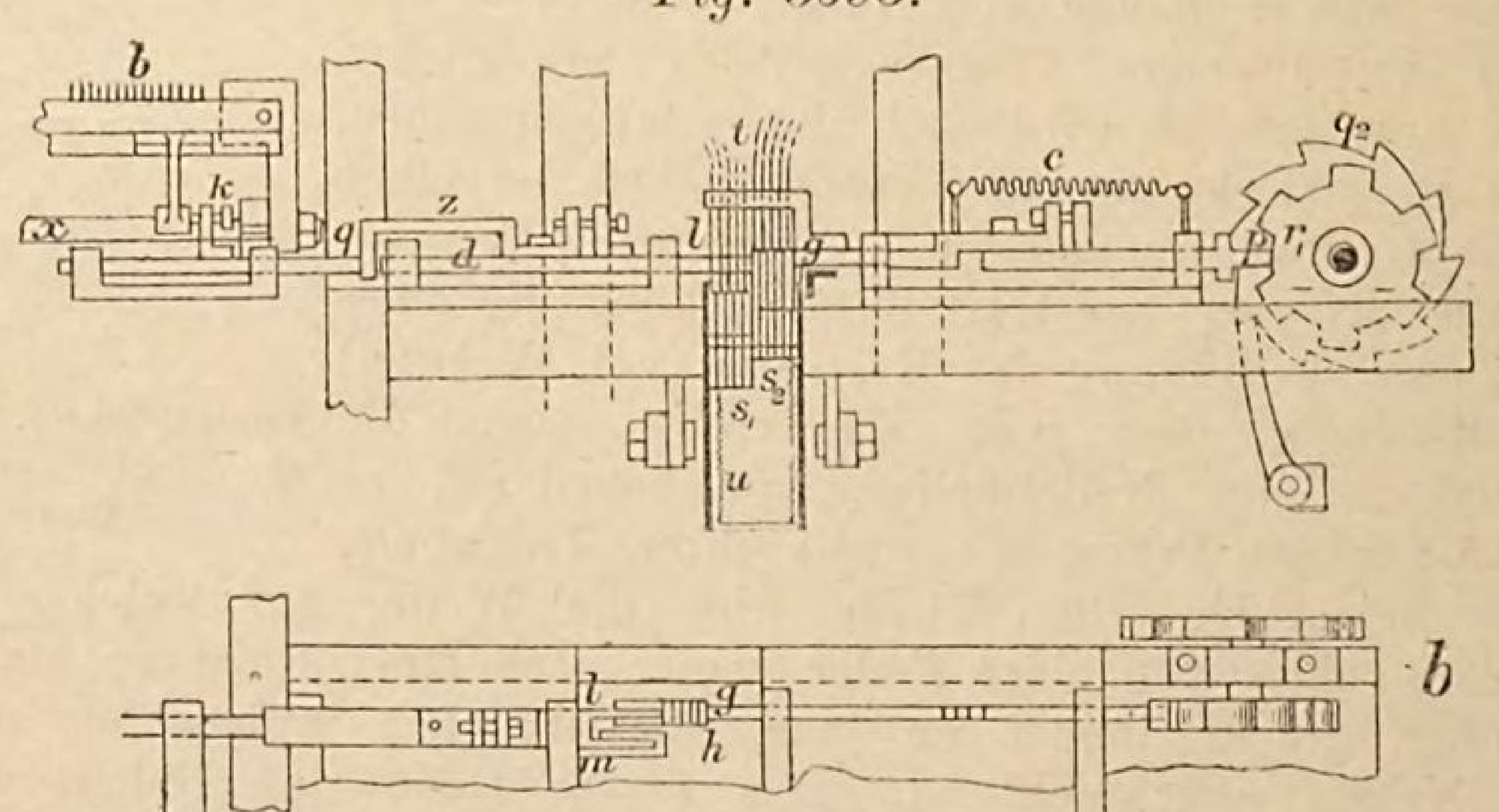
Siegmar (D. R. P., Nr. 7735 vom 5. Mai 1879). Siehe auch Dingler's polyt. Journal Bd. 232 pag. 124 und Bd. 235 pag. 106.

Deckmaschinenmuster. E. Saupe nahm auf einen Stuhl ein Patent, dessen Wesen darin besteht, mit verschieden geformten Schneidrädern auch selbstthätig Muster herzustellen. Im Grossen beschränkt sich die Anwendung auf Ananas-Muster.

Mechanische Kettenstühle *(métier à chaîne automatique — power warp frame)*. Die auf mechanischen Kettenstühlen gewirkten Waaren sind fast ausschliesslich grosse Stoffstücke, aus welchen durch Zuschneiden und Nähen die Gebrauchsstücke erst gefertigt werden. Alle Complicationen, welche das Mindern, Reguliren des Fadenführerweges u. s. w. bedingen, fallen hier weg, und wir haben es blos mit einfachen Maschinen zu thun, die auch zumeist als flache Stühle in Verwendung stehen. Doch sind auch Rundkettenstühle gebaut worden, so die unter dem Namen Shawl-Maschine oder Häkel-Maschine, auch Bologna-Maschine, bekannten Stühle. Der erste Namen rührt von der gelieferten Waare, der zweite von der Art der Maschenbildung mit Zungennadeln her.

Flache mechanische Kettenstühle für glatte Waare.*) Die ersten Stühle dieser Art unterscheiden sich von den Handstühlen (pag. 736) in ihrer Anordnung nur in so fern, als für den Antrieb eine mehrfach gekröpfte Welle angebracht ist. Letztere treibt eine zweite Welle und durch Hubscheiben auf dieser wirken Hebel auf die einzelnen Arbeitstheile, ähnlich, wie wir es schon mehrfach kennen gelernt haben. Bei Anwendung von Selbstgetrieben mussten für grosse Musterumfänge auch grosse Schneidräder angebracht werden. Letztere sind sowohl unbequem, wie auch kostspielig und wurden später in leichter Weise durch den gewöhnlichen Jacquardmechanismus (s. Weberei) ersetzt; hiebei muss man jedoch das Jacquardgetriebe von den eigentlichen Jacquardkettenstühlen unterscheiden. Bei letzteren kann jede Lochnadel einzeln aus dem Arbeitsbereiche herausgedrängt werden, wogegen das Jacquard-Getriebe jede Maschine im Ganzen verschiebt (Fig. 5693 *a b*). Die in gewöhnlicher Weise durch

Fig. 5693.



Mechanischer Kettenstuhl mit Jacquardgetriebe.

eine Feder an den Stellwinkel *k* herangezogene Kettenmaschine *b* (s. pag. 745) stosst in dem vorliegenden Falle mit dem Riegel *q* an einen Winkel *z* der Führung *d*. Das Ende von *d* ist gegabelt und es reicht jeder Gabelarm *l* und *m* in ein Kästchen *g* oder *h*. Jedes dieser Kästchen ist an dem Ende eines Schiebers *p* befestigt und wird von einer Feder *c* immer gegen rechts gezogen, so weit, bis das Stiftende an das zugehörige Schneid- oder Eckrad r_1 anstösst. Diese

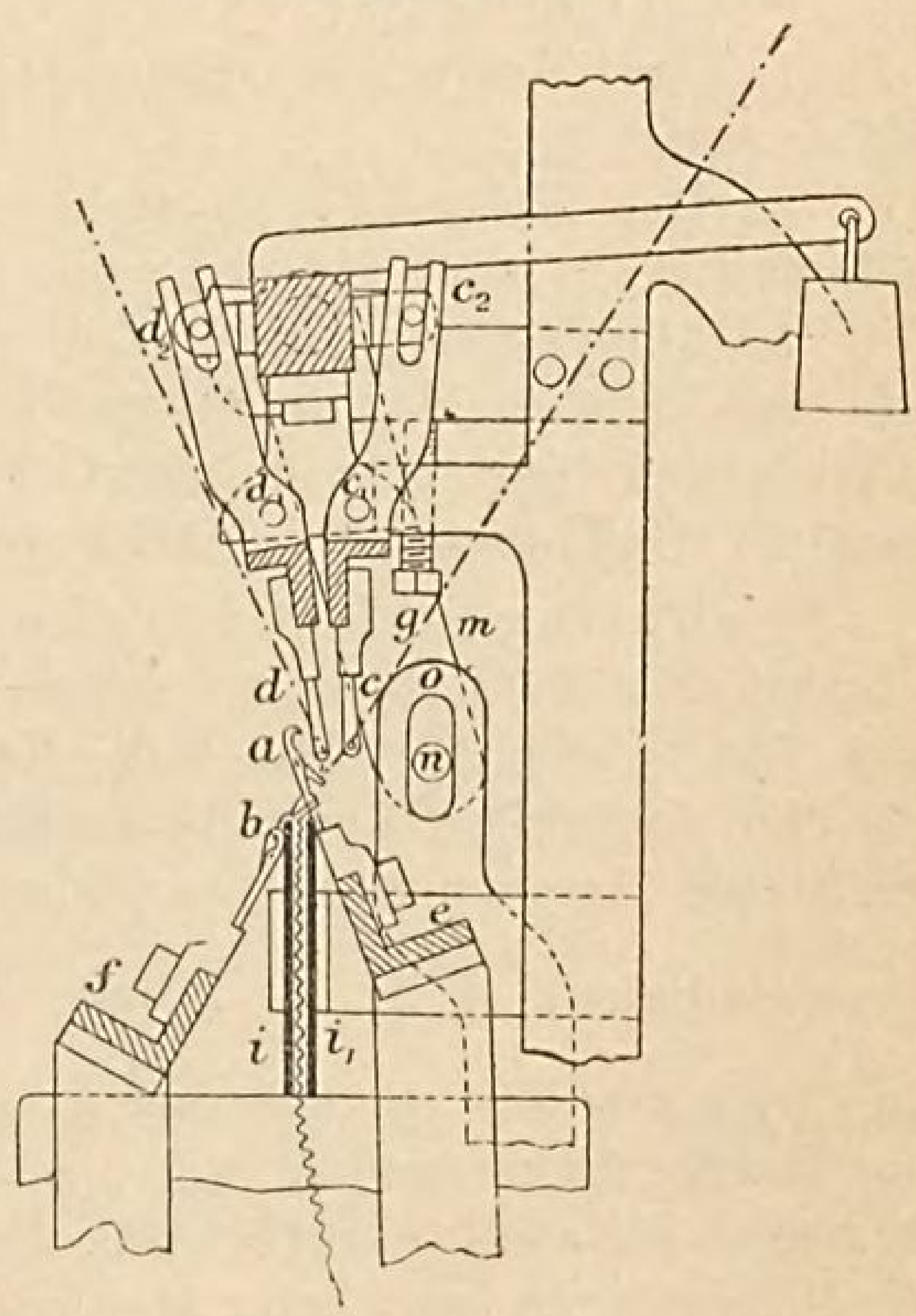
*) Dingler's polyt. Journal Bd. 238 pag. 304, Bd. 242 pag. 203.

Räder sind immer paarweise nebeneinander u. z. sind sie auf ihrer Welle so aufgesteckt, dass ihre Zähne und Lücken versetzt sind, daher immer einer der Schieber *p* von einem vorstehenden Zahne vorgeschoben ist, während der benachbarte in der Zahnlücke liegt. Bei dieser Anordnung allein wäre ein Verschieben der Maschine noch unmöglich, denn gleitet der eine auf einer Erhöhung befindliche Schieber *p* in die vorbeikommende Lücke des Eckrades, so wird der zugehörige andere Schieber wieder vorgeschoben, mit ihm das zugehörige Kästchen *g* oder *h*, wodurch der eine Gabelarm *l* oder *m* wieder die Verschiebung der Maschine hindert. Die Möglichkeit der Verschiebung ist erst durch die eingeschalteten Stahlplatten s_1 s_2 gegeben. Diese Platten sind für gewöhnlich durch Spiralfedern *u* so tief herabgezogen, dass die Zinken *l* oder *m* unbehindert über sie hinwegstreichen. Sobald aber durch Einwirken eines Jacquardmechanismen von den Jacquardplatinen mittels Drähten *t* die Schienen *s* gehoben werden, so tritt die Verschiebung der Kettenmaschine ein. Die Stahlblättchen *s* sind meist in der Anzahl von 5 vorhanden, jedes von ihnen hat die Dicke gleich der Nadeltheilung, und weil die Höhe der Zähne r_1 gleich 5 Nadeltheilungen ist, so wird jenes Kästchen *g, h*, dessen Schieber *p* in einer Zahnlücke liegt, von den Gabelarmen *l*, um 5 Nadeltheilungen abstehen, d. h. es können die 5 Blättchen *s* in dem Kästchen nebeneinander Platz finden. Der Jacquardmechanismus hebt jedoch nicht immer alle 5 Blättchen, sondern nur einzelne, und dies hat zur Folge, dass bei der nächsten Umdrehung der Schneidräder r_1 r_2 die Maschine um so viele Nadeltheilungen nach links verschoben wird, als Blättchen *s* gehoben sind. Wären in dem Kästchen *g* (*h*) keine Blättchen *s* vorhanden, so würde nach früherem dieses Kästchen bis an den Gabelarm *l* (*m*) von seinem Schieber *p* verschoben werden, sind jedoch Blättchen *s* darin liegend, so treffen diese vor beendetem Vorschub des Kästchens einen der Arme *l* (*m*) und verschieben ihn sammt der Maschine um eine oder mehrere Nadeltheilungen.

Die Jacquardmaschine lässt am Kettenstuhl noch mehrfache Verwendung zu. Löbel bewegt durch dieselbe die Ein- und Ausrückung der Nadelpresse bei Herstellung von Waaren mit sogenannten blinden Legungen (d. i. Umwickelungen der Nadeln mit Fadenlagen). Eine andere Verwendung ist die als Zählapparat. Aus einer Anzahl von Hebeln wird durch die Jacquard-Maschine immer der zum Ausschwingen gebracht, welcher die Art einer eben herzustellenden Reihe angibt. Bei Bildung von Wirkmustern ist der Jacquard-Apparat noch zur seitlichen Bewegung der einzelnen Kettenfäden ausgenützt.

Flache mechanische Kettenstühle zur Herstellung von Wirkmustern. Ränder- und Fangmuster. Von den Maschinen für Ränderwaare haben die mit Zungennadeln arbeitenden (Fangkettenstuhl, Raschel- oder Polkamaschine genannt) weiter gehende Verwendung gefunden als jene mit Hakennadeln ausgestatteten. In Fig. 5694 ist der Hauptheil einer solchen Maschine dargestellt. Die Nadelreihe *a* des Stuhles und jene *b* der Fangmaschine liegen auf beweglichen Nadelbaren. Beide werden durch Verbindungsstangen, Hebel und Hubscheiben gehoben und gesenkt. Bei ihrer Bewegung streichen die Nadeln dicht an zwei Abschlagschienen *i*, i_1 vorbei. Die Lochnadeln sind über den Zungennadeln angebracht, auch sie schwingen beeinflusst von einem Hebel, und legen dabei abwech-

Fig. 5694.

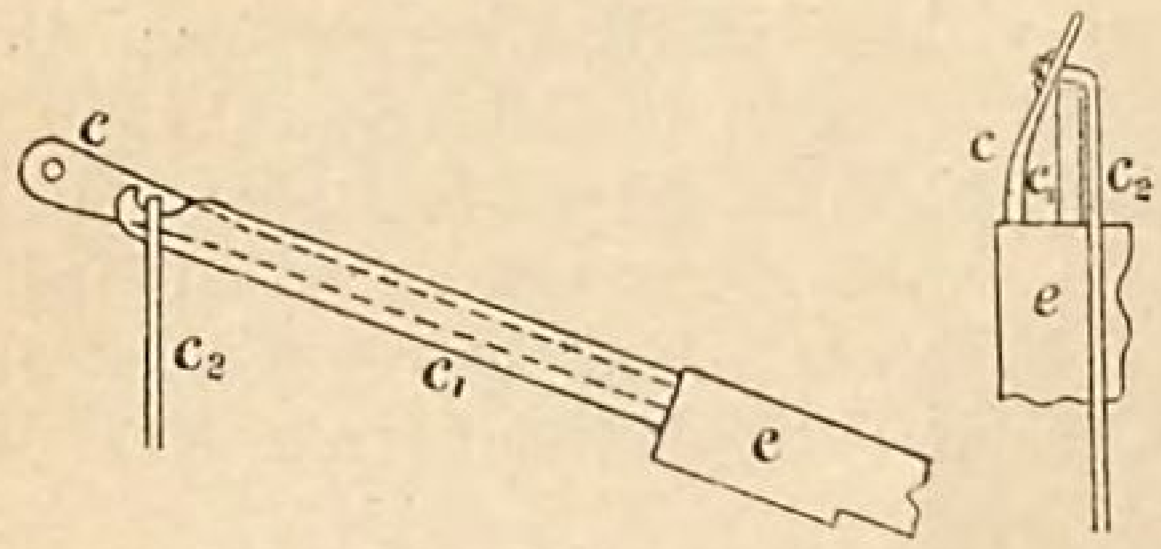


Fangkettenstuhl.

selnd den Faden auf die Arbeitsnadeln *a* oder *b*. Der Faden geht von oberhalb des Stuhles angebrachten Kettenbäumen über Fadenspanner und von diesen erst zu den Lochnadeln. Die fertige Waare geht zwischen den Abschlagschienen i, i_1 durch, ist durch ein aufliegendes Gewicht gleichmässig gespannt und geht von da über eine Rolle zum Waarenbaum. Bei dieser Bauart ist eine grosse Mannigfaltigkeit der Legungen möglich, daher ist auch die Ausnützung des Stuhles für dichte, durchbrochene Waare, Farbmuster und hohle Waare eine grosse. Hohle Waare entsteht, wenn auf mehreren Reihen hin die eine Kettenmaschine nur auf die eine Nadelreihe *a* und die zweite auf die andere *b* legt, und später die Verbindung gewechselt wird.

Jacquard-Muster werden an Kettenmaschinen häufig erzeugt. Die Jacquard-Maschine hat bei diesen Stühlen die Aufgabe, die einzelnen Nadeln einer oder aller Kettenmaschinen behufs „Legung" von den übrigen unabhängig zu machen, d. i. sie seitlich zu verschieben. Man verwendet hiebei lange, dünne und sehr elastische Kettennadeln, welche durch seitlich wirkenden Zug oder Druck um eine Nadeltheilung verbogen werden, um später wieder durch ihre Elasticität in die alte Lage zurückzukehren. In der Kettenmaschine ist immer nur jede zweite Nadel vorhanden, die Zwischenräume sind durch steife Stäbchen ausgefüllt (Fig. 5695). Durch eine über die Nadel gelegte Schnur und einen daran hängenden Gewichtshebel wird die Nadel seitlich bis an das Stäbchen c_1 herangedrückt, sie wird frei, wenn der Hebel, an welchem die vorgenannte Schnur befestigt ist, vom gewöhnlichen Jacquard-Mechanismus entlastet wird.

Fig. 5695.



Lochnadel einer Kettenmaschine mit Jacquardmechanismus.

Bei einer anderen Construction mit vertical herabhängenden Kettenmaschinen werden die Nadeln durch vortretende Stifte an einer Schiene seitlich verschoben, u. z. dadurch, dass beim Vorschub der Kettenmaschine durch ein Selbstgetriebe jene Nadeln, welche an solche Stifte antreffen, verhindert werden, die Bewegung der Kettenmaschine mitzumachen. Das Vortreten der Stifte ist von einem Jacquard-mechanismus abhängig.

Der Vorgang bei der Herstellung von Jacquardwaaren ist ein mehrfacher:

1. Das Musterbild entsteht durch ein einmaliges Ueberdecken von Filet-Oeffnungen.

2. Das Musterbild entsteht dadurch, dass einzelne Filet-Oeffnungen durch Fadenlagen in jeder Maschenreihe überdeckt werden.

3. Ein drittes, neuerer Zeit mehrfach angewendetes Verfahren unterscheidet sich von den beiden vorhergehenden insofern, als das Musterbild nicht durch Ueberdecken der gewöhnlichen Filet-Oeffnungen, sondern durch Erweitern einzelner Oeffnungen hergestellt wird.

Arbeitsgeschwindigkeit flacher mechanischer Stühle. Im Wesentlichen kann hier auf das bei den Rundstühlen Gesagte hingewiesen werden (pag. 758). Auch hier bietet die Kenntniss der Arbeitsgeschwindigkeit den grössten Aufschluss über die Leistungsfähigkeit eines Stuhles. Ist r die Zahl der gefertigten Maschenreihen pro 1 Min., l die Länge einer solchen, so ist die Arbeitsgeschwindigkeit $A = \frac{r\,l}{60}$. Beim Mindern tritt eine andere Arbeitsgeschwindigkeit ein, weil die Reihenlänge bei gleicher Herstellungsdauer eine andere wird. Bei den Rundstühlen fanden wir die Arbeits-, die Kulir- und die Umfangsgeschwindigkeit des Nadelkreuzes gleich. Bei den Flachstühlen tritt solches nicht ein, weil die Bewegungen wie beim Handstuhle auf einander folgen und die Wiederholung jeder einzelnen auf die Vollendung der vorhergehenden warten muss. Die grösste

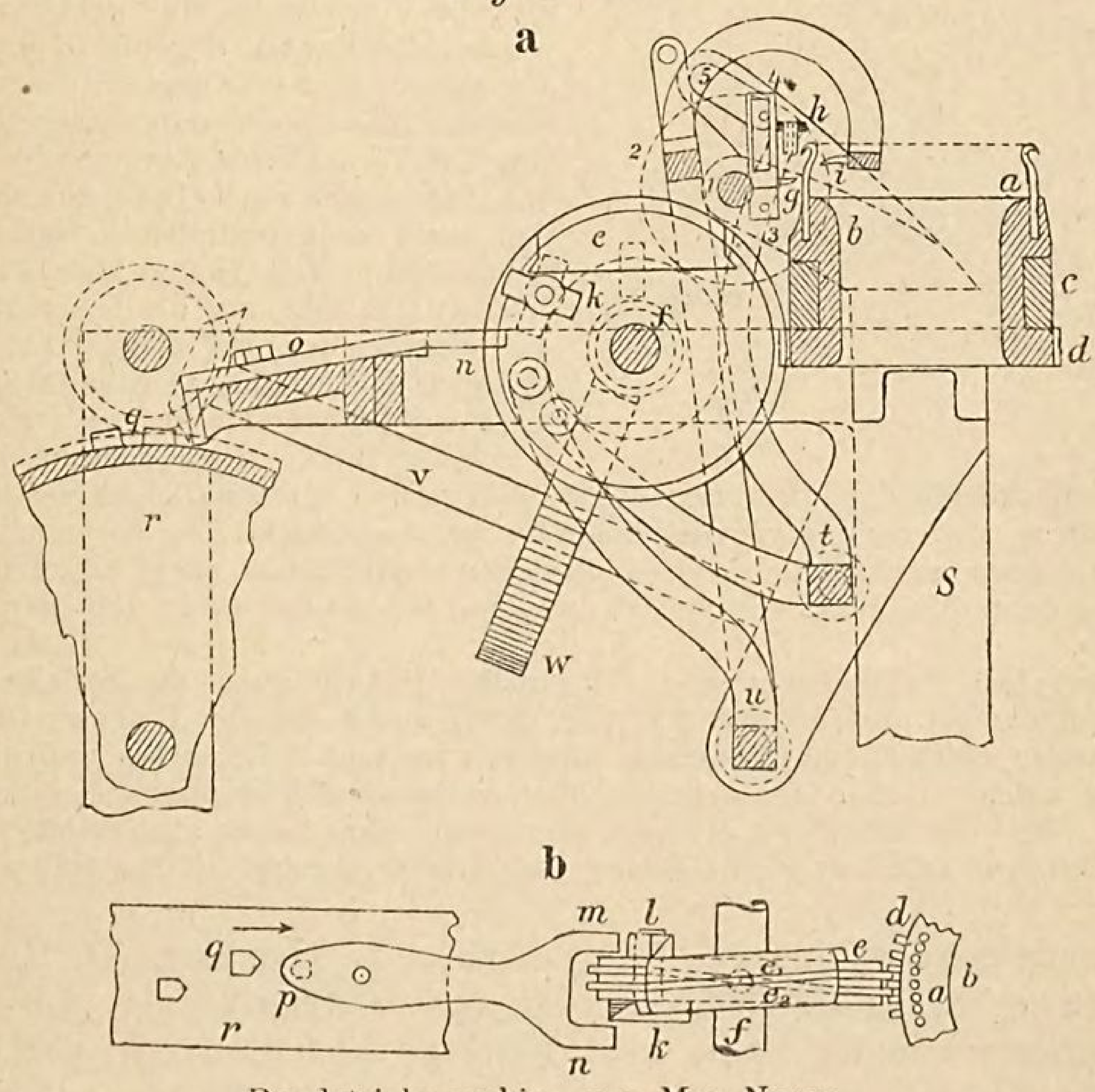
Vorsicht ist dem Kuliren zuzuwenden, die hiefür gewidmete Zeit variirt zwischen $^2/_5$—$^2/_3$ der ganzen zur Reihenbildung erforderlichen Zeit. Im Mittel sind hiefür die Zahlen 161—185^{mm} pro Sec. angegeben. Im Allgemeinen kann auch gesagt werden, dass breite Stühle schneller Kuliren und auch eine grössere Arbeitsgeschwindigkeit haben als schmale; bei den letzteren hat das Rösschen kaum die erforderliche Geschwindigkeit erlangt, als es schon am Ende seines Weges sich befindet. In dem als Ausnahmsfall zu betrachtenden Stuhle von Berthelot, bei dem die Maschenbildung einzeln nebeneinander wie am Rundstuhl erfolgt, ist die Maschenbildung nur so lange mit dem Kuliren gleichzeitig erfolgend, als die Breite des Apparates noch auf der Nadelreihe sich befindet; sie erfolgt später allein, wenn Fadenführer und Rösschen über die Nadelreihe hinausgeführt sind und vor Beginn der Umkehrbewegung auf Vollendung der Arbeiten der Presse, des Abschlagens und Einschliessens warten. Zu Beginn der nächsten Reihe erfolgt dann wieder das Kuliren, u. zw. anfangs allein. Diese doppelte Verzögerung setzt die Leistungsfähigkeit des Stuhles sehr herab.

Strickmaschinen (*métier à tricoter* — *knitting machine*) nennt Willkomm jene besonderen Arten von Wirkmaschinen, welche die Maschenbildung und die Vollendung ihrer Producte nach Art des Handstrickens vornehmen.

Rundstrickmaschinen. War man bei den Strickmaschinen anfangs nur auf die Erzeugung der Strumpflängen bedacht, so wurde doch bald auch dem Bestreben, Fuss und Ferse maschinell herzustellen, entsprochen. Diese Bedingung erfüllt auch die Maschine von Mac Narry.*)

Fig. 5696 *a b* zeigen diesen Stuhl in seinen Hauptttheilen. Er hat noch viele Aehnlichkeit mit englischen Rundstühlen. In der Bewegung des Rundkopfes *b* unterscheidet er sich von

Fig. 5696.



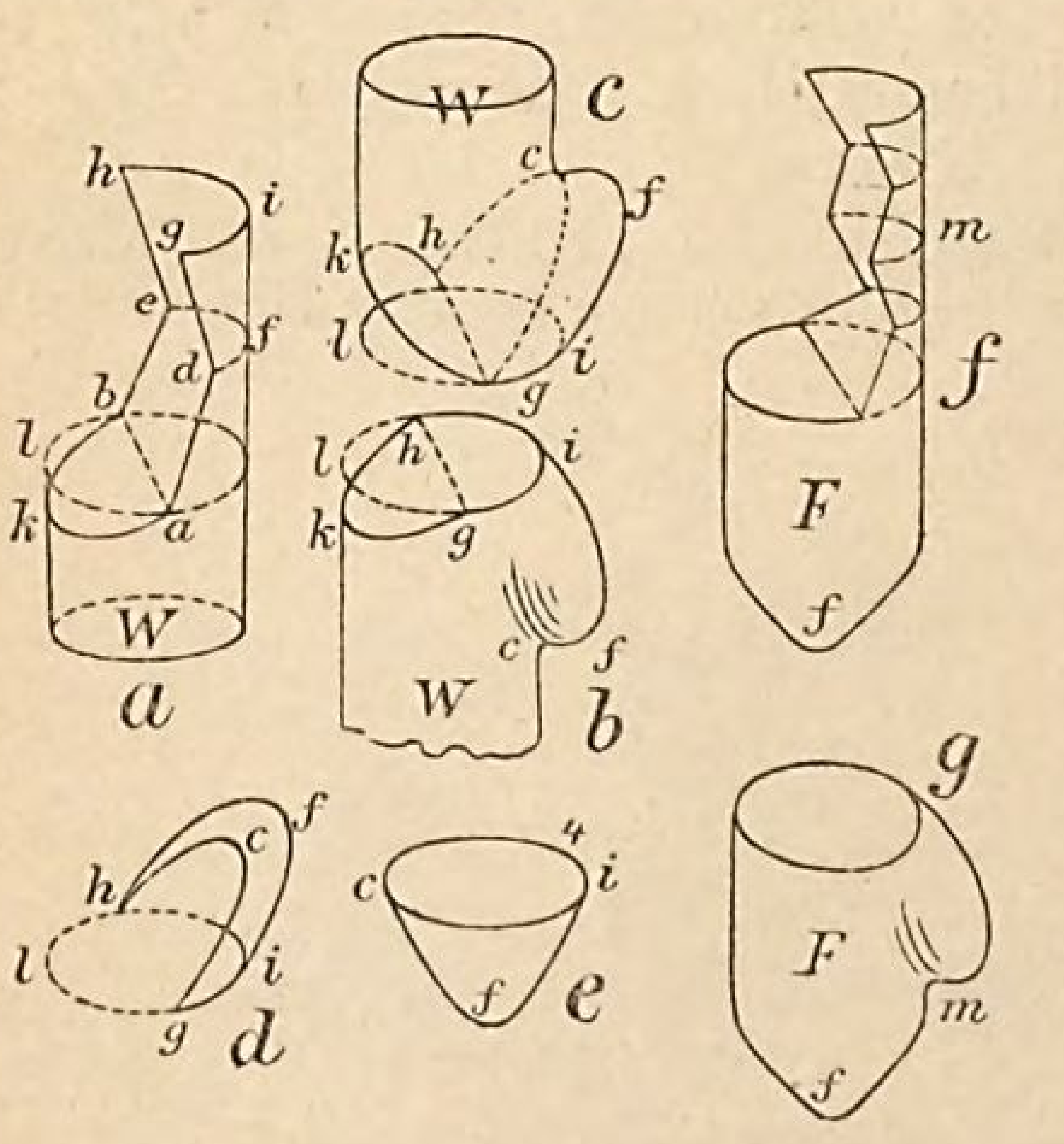
Rundstrickmaschine von Mac Narry.

jenen dadurch, dass nicht nur volle Umdrehungen, sondern auch nur Theile des Kreisumfanges bei schwingender Bewegung ausgeführt werden können. Die Zähne *d* des Nadelcylinders greifen in eine Schnecke *e* mit blos zwei Schraubengängen ein. Beide Gänge sind auf $^4/_5$ ihrer Länge nicht schräg, sondern parallel zur Drehungsebene der Schnecke und erst das letzte

*) Dingler's polyt. Journal Bd. 236 pag. 513.

Fünftel, Fig. 5696 *b*, bildet eine eigentliche Schraubenlinie, u. zw. nach Bedarf bald dem einen, bald dem anderen Gange zugehörig. Dasselbe ist um einen in der Mitte angebrachten Bolzen drehbar und wird durch Wirkung zweier Vorreiber *k*, *l* bald als Verbindungsstück des einen, bald als solches des anderen unterbrochenen Ganges eingeschaltet. Die Vorreiber bilden kurze doppelarmige Hebel mit einer nach aussen abgeschrägten Fläche, und sind beide auf einer in *e* drehbaren Welle um 90° verstellt befestigt. Von beiden Hebeln rückt immer der nach aufwärts stehende das Stück e_1 auf die andere Seite und schliesst dadurch das früher unterbrochene Schraubengewinde. Bei jeder Umdrehung der Schnecke *e* wird der Nadelcylinder um eine Nadeltheilung gegen links oder rechts verdreht. Auf gemeinschaftlicher Welle mit *e* ist eine zweite Schnecke *f* angebracht; von dieser wird mittels eines Kegel- und Stirnradgetriebes eine Stiftentrommel *r* in Bewegung gesetzt. Die vorstehenden Stifte *q* dieser Trommel treffen je nach ihrer Lage die linke oder rechte Seite des Hebels *p*, dessen gegabeltes zweites Ende *m n* dann rechts oder links ausschwingt und auf die Hebel des Vorreibers so einwirkt, dass einer von ihnen in die aufrechte Stellung gebracht wird, und der vorbesprochene Vorgang eintritt. Während jeder Umdrehung der Schnecke *e* kann nur ein Stift *q* wirken. Die Maschenbildung dieses Stuhles erfolgt in der (pag. 736) angegebenen Weise. Die Maschine hat 8 Fadenführer, es sind 8 Abschlagzähne *g* vorhanden, sowie auch der Einschliesskamm *i* 8 Zähne besitzt. Dreht sich der Rundkopf *b* immer im vollen Kreise, so entstehen immer 8 Maschenreihen, die zu einem cylindrischen Waarenstück sich aneinander reihen. Wechselt jedoch der Drehungssinn der Schnecke, so entstehen nur Bruchtheile eines Waarencylinders. Im folgenden Beispiel (Fig. 5697 *a*—*g*) sei die Bildung eines Strumpfes mit Ferse und Spitze dargestellt. Nach Vollendung eines Waarencylinders *W* (Fig. 5697 *a*) nimmt man die halbe Anzahl der Maschen von den Nadeln ab, dreht den Rundkopf zunächst im Halbkreise und dann in immer mehr abnehmenden Kreisbögen schwingend bis zu einer engsten Stelle, so dass ein Stück *a b e f d a* entstehen sollte. Da jedoch bei dem aufeinander folgenden Abnehmen die Randmaschen immer auf den Nadeln verbleiben, bei dem von *e f d* an erfolgenden Zunehmen wieder neue Maschen über die vorgenannten gebildet werden, so werden die Kanten *d a* und *d g*, wie *b e* und *e h* miteinander verbunden erscheinen und es entsteht die sackförmig ausgebauchte Form (Fig. 5697 *b*). Dieser Körper wird darauf durch den Nadelkranz nach oben gezogen (Fig. 5697 *c*) und nach dem punktirten Halbkreise durchgeschnitten. Die freien Maschen *h c g* (Fig. 5697 *d*) legt man auf die freien Nadeln, drückt die Waare nach unten und hat so die Fussspitze *c i f* (Fig. 5697 *e*) gebildet. An die Spitze wird ein kurzer Rundtheil als Fusstheil angewirkt und für die Ferse dann in ähnlicher Weise durch Ab- und Zunehmen die ideale Form (Fig. 5697 *f*) und die wirkliche Gestalt (Fig. 5697 *g*) gefertigt. An diese wird dann der cylindrische Länger angestrickt. Der Strumpf ist noch ohne Rand, letzterer muss nachträglich durch Umlegen und Nähen oder Anketteln ausgeführt werden. Diese Strumpfbildung eignet sich weniger für schöne Baumwollwaare als vielmehr für Walkwaare.

Fig. 5697.



Strümpfe ohne Naht, fertig zum Gebrauche, liefern auch die Strickmaschinen von R. Shaw (Dinglers pol. Journal Bd. 242 pag. 203), sowie die von Griswold und Hainworth.*) Letztere enthält eine Rändermaschine mit horizontal liegenden und einzeln beweglichen Nadeln, welche in den Hohlcylinder, der die verticalen Stuhlnadeln trägt, eingehängt werden kann. Mit der Maschine arbeitet man rund ohne Naht als Oberstück einen Rand und schliesst daran unmittelbar glatte Waare. Der Arbeitsvorgang ist dem früher besprochenen ähnlich.

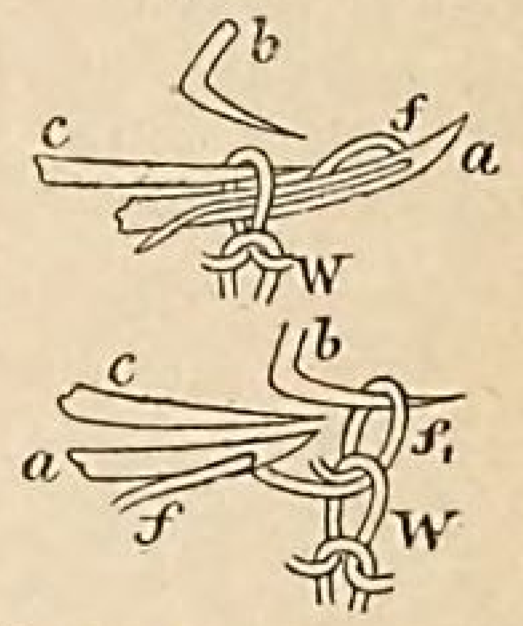
Die Rundstrickmaschine von Biernatzki in Hamburg (D. R. P. Nr. 168 vom 7. Juli 1877)**) ist eine Verbesserung der in Amerika als „Tuttle maschine" bekannten Strickmaschine. Beide sind übrigens Abänderungen der Bickford-Strickmaschine und dies insofern, als man mit ihnen auch Rechts- und Rechtswaaren arbeiten kann, was auf der genannten nicht möglich ist. In den hohlen Nadelcylinder der gewöhnlichen glatten Maschine wird ein Hohlkegel als Träger der Rändermaschinennadeln eingehängt. Diese Nadeln liegen in Nuthen des inneren Kegelmantels, werden auf- und abgeschoben, und kommen dabei so gegen die

*) Dingler's polyt. Journal Bd. 243 pag. 299.
**) Dingler's polyt. Journal Bd. 232 pag. 123.

Stuhlnadeln zu liegen, dass sie mit ihnen Rechts- und Rechtswaaren bilden können. Dabei ist es möglich, die Nadeln beliebig aus dem einen in den anderen Kranz zu bringen, ohne die Maschen von ihnen abzunehmen, man kann also leicht in demselben Waarenstück glatte und Ränderwaare in horizontalen oder verticalen Streifen wechseln. Diese Maschine war noch nicht dazu eingerichtet, den Strumpf mit einem guten Abschlagrande versehen und Ferse und Fuss an den Längen anarbeiten zu können.

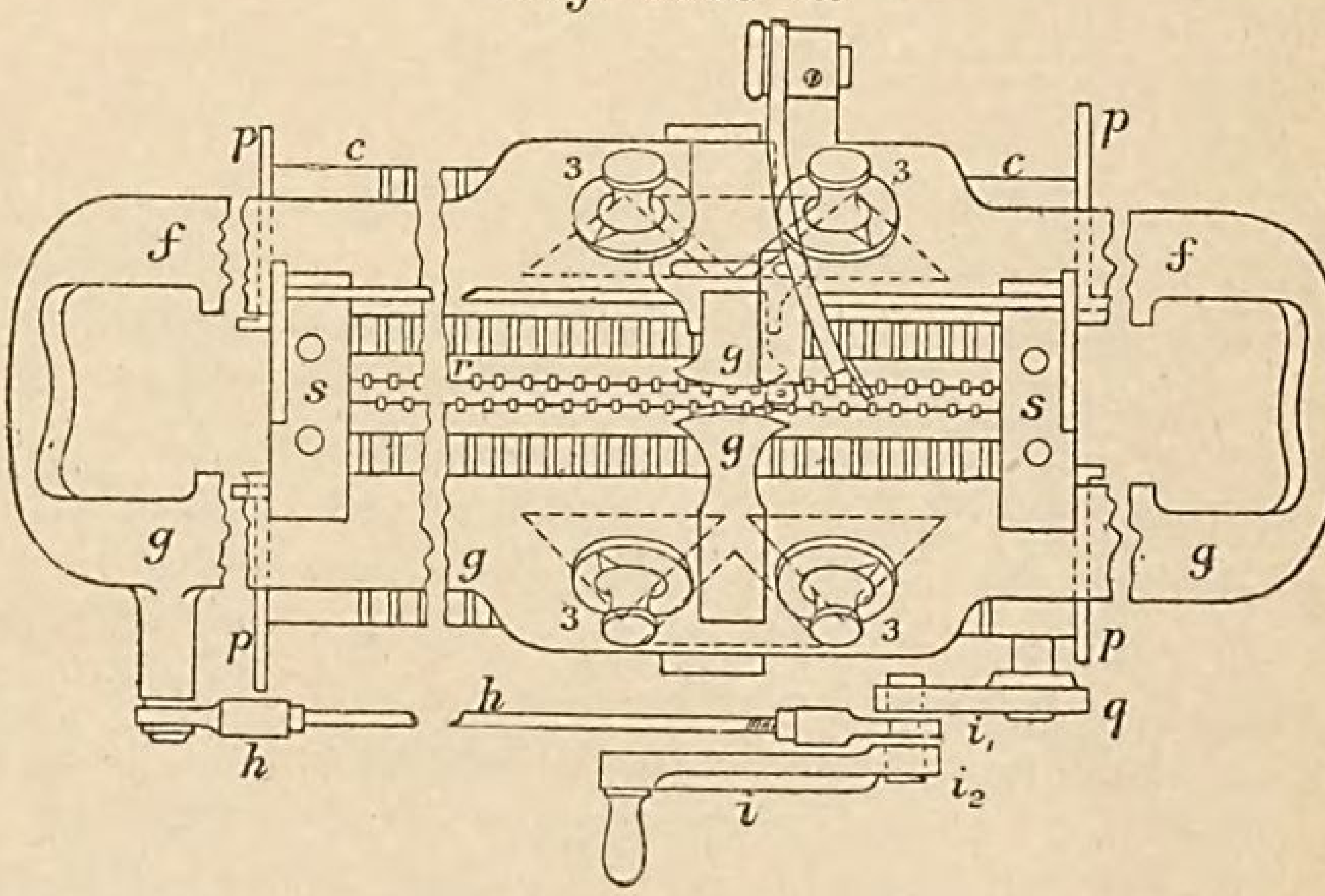
Flache Strickmaschinen. Die Strickmaschine von Hinkley unterscheidet sich wesentlich von den bisher besprochenen, denn nach ihren wirkenden Theilen: Nähnadel *a*, Fadenfänger oder Greifer *b* (Fig. 5698) verdient sie mehr die Bezeichnung einer Einfaden-Kettenstich-Maschine. Die alten Maschen hängen nach ihrer Längsrichtung über kurzen Zähnen *c* eines Kammes, welcher durch Zahnstange und Schneckentrieb, ähnlich dem in Fig. 5696 *a* und *b* abgebildeten, nach der Breite der Maschine je um eine Nadeltheilung fortbewegt werden kann. Die Nadel *a* fährt mit dem Faden unter dem Kamm durch die alte Masche; beim Rückgang legt sich der Faden an der Nadel etwas schlaff, der Greifer *b* tritt in die Schleife ein und fasst sie. Die alten Maschen *W* sind inzwischen theils durch die Nadel *a*, theils durch den vorschwingenden Greifer *b* von dem Zahne *c* abgeschlagen worden und hängen sich, wenn die Nadel *a* ganz zurückgeht in die neue Schleife f_1 ein. Letztere wird von dem Haken *b* zurückgetragen und auf den Zahn *c* aufgehängt. Der Kamm *c* steht während der Herstellung einer Masche still, wird nachher um einen Zahn fortgeschoben und die Nadel *a* bildet auf dem nächsten Zahn eine neue Masche.

Fig. 5698.



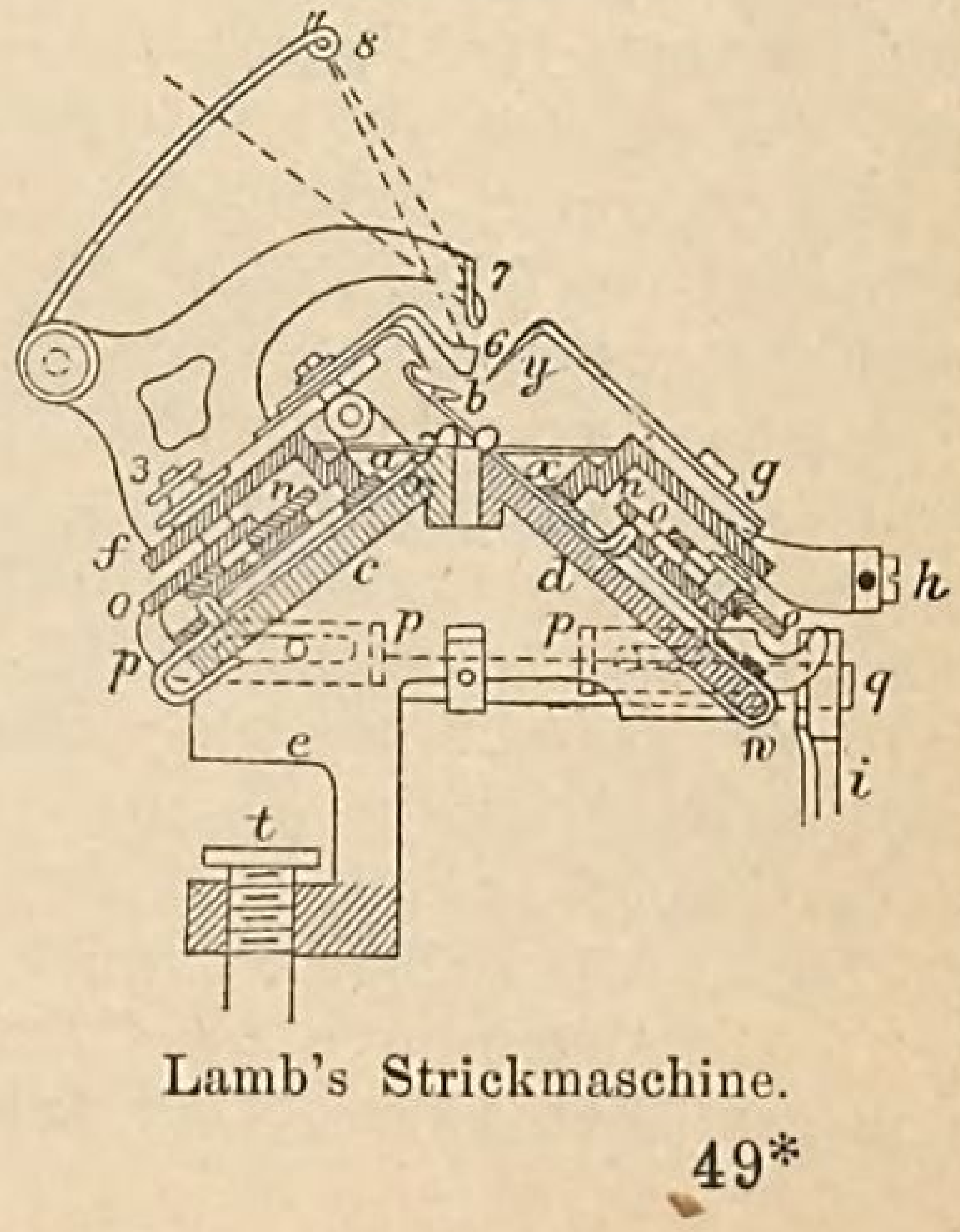
Flache Strickmaschine von Hinkley.

Fig. 5699 a.



Dem Bedürfnisse, Strümpfe mit Ferse und Spitze zu stricken, entspricht unter allen bisher besprochenen Maschinen die Strickmaschine von S. W. Lamb*) nebst den vielen daran angebrachten Verbesserungen am besten (Fig. 5699 *a b*). Die Maschine hat in zwei parallelen Reihen Zungennadeln angeordnet, welche gegen einander unter beinahe rechtem Winkel, gegen die Horizontalebene unter dem Winkel von 45° geneigt sind. Die Nadeln liegen in parallelen Führungsnuthen und werden durch dreieckige Keilstücke vorgeschoben (gehoben) und ebenso zurückgeschoben (gesenkt). Eigene Kulirvorrichtungen sind hier, weil mit Zungennadeln gearbeitet wird, nicht nöthig. Beide Nadelreihen liegen so nahe aneinander, dass die

Fig. 5699 b.



Lamb's Strickmaschine.

*) S. Zeman's eingehende Abhandlung in Dingler's polyt. Journal Bd. 191 pag. 6.

auf ihnen gewirkten flachen Waarenstücke an den Rändern durch Platinenmaschen von nur gewöhnlicher Länge miteinander verbunden sind; es bildet daher die erzeugte Waare im Ganzen ein rundgeschlossenes Stück.

Die Gestellplatten (Nadelbetten) *c*, *d*, in deren Schlitzen die Nadeln sich auf- und abbewegen, sind bei älteren Maschinen an den Stirnwänden *e* mit einander fest verbunden, bei manchen neuen Constructionen hingegen auf Bolzen beweglich angemacht. Die erwähnten Bolzen bilden die Verbingungsstücke der Stirnplatten *e*, (Fig. 5699 *b*). Die Nadeln sind in eingefrästen Nuthen der Nadelplatten verschiebbar eingelegt. An ihren obereren Enden sind sie durch die Längsschienen *x* fest auf die Platten gedrückt, ihre unteren Enden stossen an stellbare Federn *w* an; durch diese ist die tiefste Lage der Nadeln bestimmt. Bei entsprechend tiefer Lage dieser Federn können die Nadeln so weit herabsinken, dass sie ganz ausser Thätigkeit kommen. Die unteren Enden der Nadeln sind rechtwinklig nach aufwärts umgebogen (Fig. 5700) und ragen ihre Haken a_1 so weit aus den Längsschlitzen der Nadelbetten hervor, dass sie von drei keilförmigen Stücken *k*, *l*, *m* (Fig. 5701 *a b*) getroffen werden, wenn letztere nach der Länge des Nadelbrettes

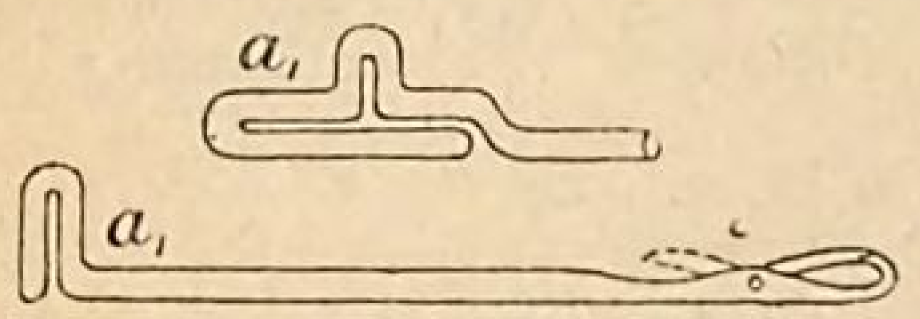


Fig. 5700.

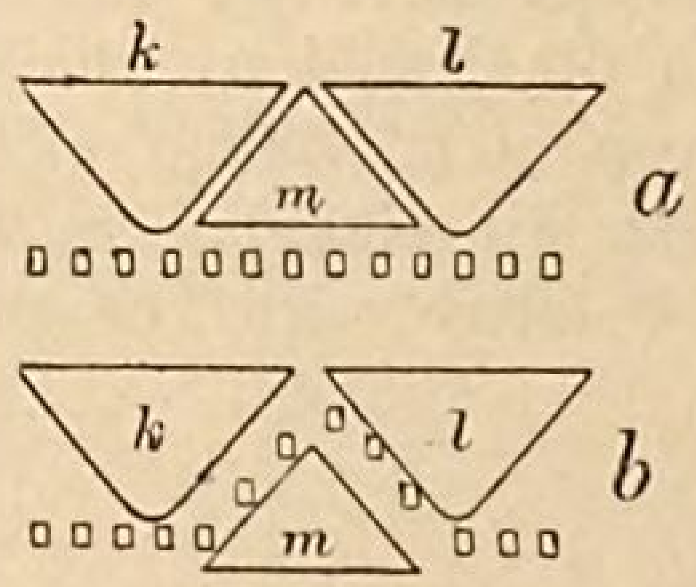


Fig. 5701.

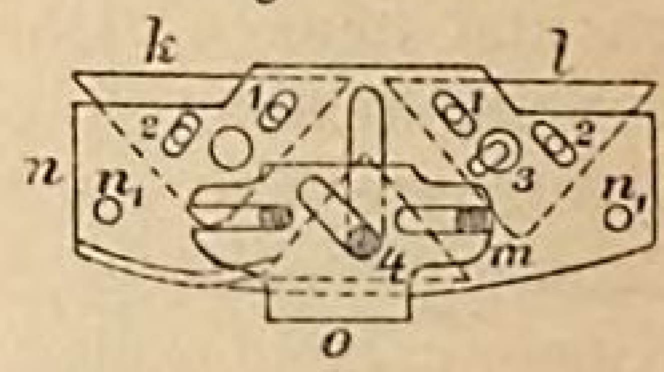


Fig. 5702.

verschoben werden. Diese Schloss-Dreiecke oder Heber sind durch Bolzen *1*, *2*, *3* in Längsschlitzen der Platten *n* geführt und gehalten (Fig. 5702). Die Platten *n* sind auf Führungsplatten *f*, *g* des Sattels (Rahmens) (Fig. 5699 *a* u. *b*) durch Bolzen n_1 angeschraubt und werden sammt denselben längs der Nadelreihen hin und her bewegt. Von dem Arme *g* führt eine Lenkerstange *h* zu dem in der getheilten Kurbel $i\ i_1$ angebrachten Zapfen i_2. Die Lenkerstange *h* schiebt beim Drehen der Kurbel der Rahmen oder Sattel *f g* mit dem Schlosse *n* auf und ab. Haben die Dreiecke *k*, *l*, *m* in dem Schlosse die Lage (Fig. 5701 *b*), so wird das mittlere Dreieck *m* bei seiner Bewegung die Nadelhaken a_1 treffen und die Nadeln in ihren Schlitzen vor sich nach aufwärts schieben. (Siehe Nadel *b* Fig. 5699 *b*.) In die vorgeschobene Nadel legt der Fadenführer *6* den Faden ein. Damit alle Nadeln für Aufnahme des Fadens vorbereitet sind, d. h. ihre Zungen aufgeschlagen haben, geht dem Fadenführer ein bogenförmiges Stahlstück *y* voran, dieses streicht alle zufällig nicht in Ordnung stehenden Zungen zurück, worauf der Faden in die offenen Haken eingelegt wird. Der Faden kommt von einer Spule zum Oehr *7*, geht durch das Oehr der Spannfeder *8* zu dem Fadenführer *6*. Bei der weiteren Bewegung des Schlosses drückt dann das dem Dreieck *m* folgende Dreieck *k* oder *l* die Nadeln wieder herab und zwar bis auf die gewünschte Kulirtiefe, wobei gleichzeitig die neue Schleife durch die alte Masche durchgezogen wird. Die alte Masche ist von dem an der Oberkante jeder Gestellplatte angebrachten Abschlagkamm *r* zurückgehalten. Die Kulirtiefe ist nach Bedarf veränderlich. Hiefür hat man blos die Höhenlage der Dreiecke *k*, *l* zu ändern, was dadurch erfolgt, dass die vortretenden Schraubenbolzen *3* um gleich viel gedreht werden. Diese Bolzen greifen mit excentrisch angebrachten Zapfen in die Dreiecke ein und verstellen letztere nach Massgabe der Excentrizität der Zapfen und Grösse der Drehung. Nimmt das mittlere Dreieck *m* die Lage Fig. 5701 *a* ein, so geht das Schloss wirkungslos an den Nadeln vorüber; die letzteren, weil nicht verschoben, bilden keine Maschen. Die Verstellung von *m* geschieht während der Arbeit und selbstthätig. An zwei Bolzen der Platte *n*

Fig. 5702 ist ein Schieber *o* in zwei Schlitzen horizontal verschiebbar. Dieser Schieber hat einen unter 45° liegenden Einschnitt eingearbeitet, in welchen der an dem Dreiecke *m* befestigte Bolzen *4* eingreift. Bei Verschiebung des Schiebers von links nach rechts wird der Bolzen *4* und mithin auch *m* durch den schiefen Schlitz nach aufwärts gedrängt. Zur selbständigen Verstellung sind an den Stirnwänden des Gestelles Riegel *p* angebracht. Sind die Riegel, wie in Fig. 5699 *b* links zurückgeschoben, so wird die Platte *o* und mithin *m* nicht verschoben, wohl aber, wenn die Riegel vorgeschoben sind, wie in derselben Figur auf der rechten Seite gezeichnet ist.

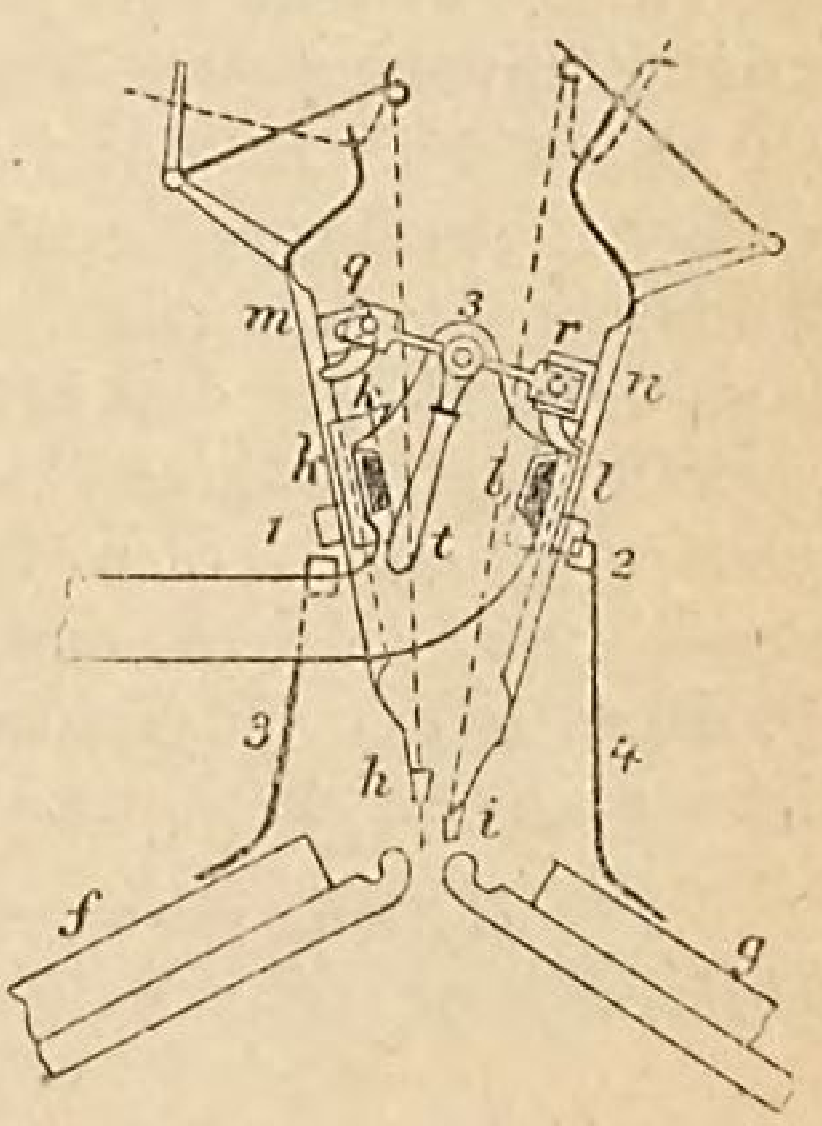
Auf der Lamb'schen Strickmaschine, in der gezeichneten oder durch verschiedene Verbesserungen und Hilfstheile abgeänderten Gestalt, werden Wirkwaaren mannigfacher Art erzeugt.

Ringelwaare wird durch Wechsel des Fadens in den aufeinanderfolgenden Reihen hergestellt. Unter den Wirkmustern ist die flache Ränder-Waare am leichtesten herzustellen. Ein Vergleich mit dem auf pag. 740 über Herstellung der Ränderwaare Gesagtem lässt erkennen, warum auf der Lamb'schen Strickmaschine bei vollen Nadelreihen Ränderwaare entsteht, wenn letztere gleichzeitig gehoben und gesenkt werden. Sind die Nadelreihen nicht voll, sondern wechseln z. B. je zwei auf der Vorderseite mit zwei auf der hinteren Seite, so erzeugt man Zwei- und Zweiränderwaare oder Patent-Ränder. Ist es möglich die seitlichen Dreiecke *k l* zu bestimmten Zeiten so hoch zu heben, dass sie die Nadeln zum Abschlagen nicht mehr herabdrücken, so legen sich bei diesem Vorgang die neuen Schleifen zu den alten Maschen als Doppelmaschen, und geschieht solches abwechselnd auf beiden Nadelreihen, so entsteht Fangwaare.

Um das Abreissen und Anknüpfen der Fäden bei Ringelwaare zu ersparen, sind mehrere Fadenführer angebracht. Die Fäden liegen dann in flacher Waare längs einer Seitenkante, in runder Waare auf der Rückseite derselben über den Zwischenreihen flott auf.

In Fig. 5703 ist eine Vorrichtung mit zwei Fadenführern *h*, *i* skizzirt. Jeder der Fadenführer ist mit einem Anschlage *1*, *2* versehen und wird durch Vortreten der Arme *3*, *4* an dem Schlossrahmen *f*, *g* nur dann mitgenommen, wenn der Anschlag (*1*, *2*) des Fadenführers in dem Bereiche des Mitnehmers *3*, *4* liegt. Man kann abwechselnd den Fadenführern diese Lage dadurch geben, dass man den Hebel *q*, *r* mit Hilfe des Griffes *t* bald in die äusserste linke, bald in die äusserste rechte Stellung bringt, wobei die Bolzen *q*, *r*, welche in Gabeln *m*, *n* an den Fadenführern geführt sind, die letzteren herabdrücken. Die Führung der Arme *h m*, *i n* geschieht auf- und abwärts in den Kästchen k_1, l_1 und sammt diesen horizontal auf den Stangen *k*, *l*. Bei Herstellung regulärer Waare muss mit der Hand gemindert werden. Hiezu tragen die Schieberstangen *k*, *l* Puffer, an welche die Kästchen k_1 l_1 anstossen, wobei durch vorstehende Arme die Mitnehmer *3*, *4* ausgehoben werden (D. R. P. Nr. 131 vom 10. Juli 1877 von G. A. Mitlacher).

Fig. 5703.



Vorrichtung an der Lamb'schen Strickmaschine für Herstellung von Ringelwaare.

Der Ringelapparat von J. A. St. Biernatzki in Hamburg (D. R. P. Nr. 5413 vom 15. Mai 1878) stellt zweifärbige Ringelmuster so her, dass der nicht arbeitende Faden auf der Innenseite des Waarenstückes von dem arbeitenden bei jeder Reihe einmal umschlungen und so an die Waare angeheftet wird. Hiefür hängen die beiden Spulen von einem an der Seite der Maschine befindlichen Gestelle abwärts und werden mit den Fadenführern bei jeder Umdrehung der Kurbelwelle durch den ankommenden Schlitten einmal umgedreht. Der Fadenwechsel ist von Hand einzuleiten durch Zurückdrehen der Spule um eine halbe Drehung, so dass nun der früher vorangehende Faden zurückgelegt wird.*)

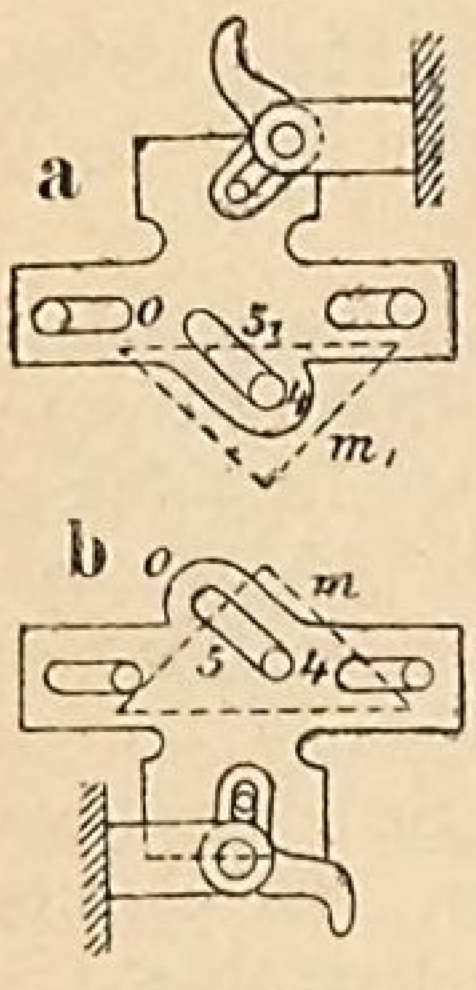
Für langgestreifte Waare verwendet J. Balster in Chemnitz (D. R. P. Nr. 6311 vom 25. October 1878) einen Fadenführerapparat, der an einem über den Nadelbetten hängenden Rahmen so viele Fadenführer trägt, als die Waare Längstreifen erhalten soll. Jeder

*) Dingler's polyt. Journal, Bd. 233 pag. 199.

der Fadenführer hängt mit einem Langloch an dem Bolzen der Trägerschiene. Der Ausschub des Fadenführers ist durch einen Stift an der Rahmenschiene begrenzt. Bis an diesen Stift nimmt ein Mitnehmer an der Schlossplatte den Fadenführer mit, springt dann federnd von ihm ab und erfasst den nächsten Fadenführer.

Bezüglich der Handhabung der Maschine verweisen wir im Allgemeinen auf die jeder Maschine beigegebenen Arbeitsbücher, nur im Kurzen sei hier über die Stellung der Riegel gesprocben, von welchen es abhängt, welche Art Waare erzeugt wird. Für glatte, rundgeschlossene Waare sind beide Nadelreihen als eine einzige, im Kreise angeordnete Reihe anzusehen. Die Maschine bildet dann einen Rundstuhl, dessen Arbeitsrichtung im Sinne des Uhrenzeigers angenommen wird. Von beiden Nadelreihen kann hier immer nur eine nach der anderen arbeiten, die andere muss ruhen, d. h. ihr mittleres Dreieck *m* im Schlosse die Lage (Fig. 5701 *a*) einnehmen, bei Umkehr der Bewegung hat dann das Dreieck m_1 des zweiten Schlosses diese Lage einzunehmen. Dieses wird selbständig dadurch erreicht, dass bei Herstellung eines glatten Waarencylinders alle 4 Riegel *p* eingezogen sind (vgl. Fig. 5699 *b* linke Seite). Damit das Anschlagen der Stellschieber *o* an die gleichen Riegel jedes Nadelbettes auf die mittleren Schlossdreiecke *m*, m_1 entgegengesetzte Wirkung ausübe, d. h. das eine von ihnen gesenkt, das andere gehoben werde, so sind (Figur 5704 *a* u. *b*) die schrägen Schlitze *5* in den Stellschiebern *o* parallel angebracht. Denken wir, wie Fig. 5704 *a b* gezeichnet, beide Schieber treffen zu Ende ihres Ausschubes nach links die eingezogenen Riegel *p*, so wirkt der Schlitz *5* in der unteren Platte auf den Bolzen *4* des Dreieckes *m* hebend, jener 5_1 des oberen auf den gleichen Theil senkend ein, und es entstehen dann die entsprechenden Dreieckstellungen.

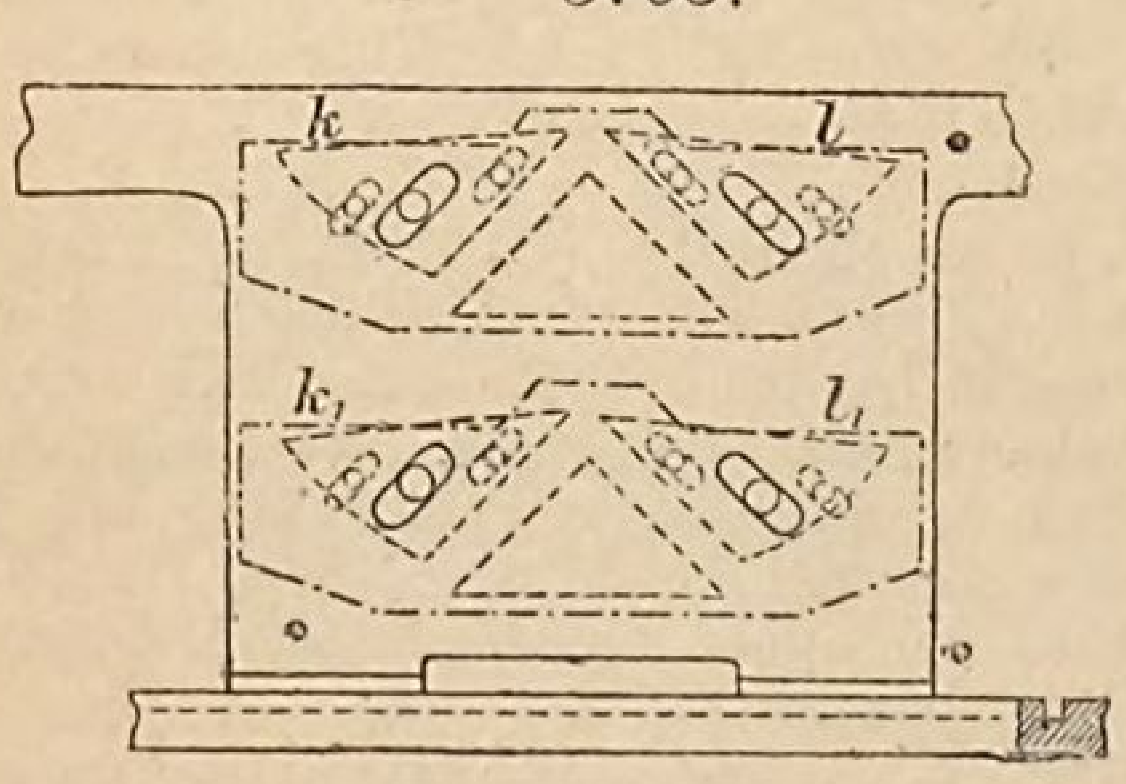
Fig. 5704.



Glatte Waare als flaches Stück kann entweder nur auf einer Nadelreihe gearbeitet werden, dann hat die Waare eine Breite gleich der Länge einer Nadelreihe, oder man arbeitet abwechselnd mit beiden Nadelreihen. Die Verbindung der auf beiden Seiten gebildeten Flachstücke ist dann nur längs einer Kante durch Platinenmaschen hergestellt, und das Stück ist von doppelter Breite. Für den ersten Fall ist das Schloss auf der Arbeitsseite offen, auf der anderen Seite beständig geschlossen, alle 4 Riegel sind herausgezogen, damit sie die Schlossstellung nicht abändern. Beim einseitig Offenstricken ist es nothwendig, dass bei einem Doppelhube des Schlittens die Regulirvorrichtungen für die Schlösser nicht verstellt sind, während sie beim nächsten Doppelhube in eine andere Stellung kommen müssen. Eine für diesen Zweck getroffene Abänderung an den Seitenringeln von Claes und Flentje in Mühlhausen (D. R. P. Nr. 6288 vom 10. Dec. 1878) ist beschrieben in Dingler's polyt. Journal Bd. 235 pag. 111. Siehe auch Bd. 240 pag. 188.

Für Ränderwaare bilden beide Nadelreihen gleichzeitig Maschen, beide Schlösser sind offen und alle 4 Riegel herausgeschoben.

5705.



Bei Herstellung von Pressmustern wendet man in jedem Nadelbett Nadeln von zweierlei Länge an, zu deren Bewegung auch zwei Schlösser übereinander angeordnet sind. Fig. 5705. Die langen und kurzen Nadeln können miteinander verschieden abwechseln. Stellt man dann zwei Dreiecke, z. B. *k* u. l_1 so hoch, dass sie die Nadeln nicht zum Abschlagen herabziehen, so bilden diese Nadeln Doppelmaschen und man hat einnädlige Presswaare auf einer Nadelreihe. Solche Pressmuster lassen sich mit Fang- und Rändermustern combiniren und bilden mannigfache Abwechslungen. Die Handhabung des Deckapparates an der Lamb'schen Strickmaschine ist wohl nicht so einfach wie beim gewöhnlichen Wirkstuhl, dennoch ist die Verwendung der Petinetmaschine versucht und von

G. S. Oemler in Plagwitz (D. R. P. Nr. 3880 vom 2. Mai 1878) auch ausgeführt worden.*)

G. F. Grosser in Markersdorf bei Burgstädt (D. R. P. Nr. 5074 vom 11. August 1878) ahmt Petinetmuster in glatter Waare nach, ohne dass während der Arbeit Maschen wirklich fortgehängt werden, sondern er macht einzelne Platinenmaschen erheblich grösser als andere, wodurch lockere Stellen in der Waare entstehen. Zu dem Zwecke wirkt nur die eine Seite, u. zw. die hintere Nadelreihe die Waare, die vordere stellt das Muster her. Das vordere Bett enthält nur einzelne Zungennadeln so vertheilt, wie man etwa Musterstreifen in der Waare bilden will. Sein Schloss hat links neben den gewöhnlichen Dreiecken noch ein besonders Dreieck, welches mit dem linken Seitendreieck besondere Führung bildet. Beim Vorschub des Schlittens nach links werden die vorerst leeren Musternadeln zunächst durch das neue Dreieck gehoben und gesenkt und desgleichen darauf durch das gewöhnliche Schloss bewegt, wobei sie den Faden erfassen und Schleifen erhalten. Beim Ausschube nach rechts ist das gewöhnliche Schloss zu und nur das neue Dreieck hebt die Musternadeln, so dass ihre Schleifen unter die Zungen gelangen. Dabei erfassen aber diese Musternadeln keinen neuen Faden, denn über dem neuen Dreieck liegt kein Fadenführer. Beim folgenden Ausschube nach links werden die Nadeln leer herabgezogen und verlieren ihre Henkel, welche als breite Platinenmaschen die glatte Waare in der angedeuteten Weise verändern.

Um das Stricken von Links- und Linkswaare möglich zu machen, wendet M. Ulbricht und die sächsische Stickmaschinenfabrik in Kappel (D. R. P. Nr. 7305 vom 27. September 1878). Doppelhakennadeln und isolirt correspondirende Fadenführer an. An einer gewöhnlichen Strickmaschine ist das Ueberhängen der Maschen von einer Nadelreihe auf die andere schwierig, deshalb sind im vorliegenden Falle Nadeln benützt, welche an beiden Enden Haken und Zungen besitzen. Damit man diese Nadeln leicht aus einem Bett in das andere hinüber schieben kann, sind beide Nadelplatten um ihre oberen Kanten drehbar befestigt, und man bringt sie durch Fusstritthebel gleichzeitig in horizontale Lage. In kleine Kerben an der unteren Schaftkante der Nadeln greifen Haken von Hilfsnadeln ein. Letztere werden allein von den Schlössern bewegt, die Zungennadeln bedürfen dann nicht der vorstehenden Arbeitshaken, sondern sind glatt und erleichtern das Verschieben einer Maschenreihe von ihrem rechten Ende nach dem linken. Liegen z. B. die Nadeln im rechtseitigen Bett, so wird dasselbe in die gewöhnliche schräge Lage herabgelassen und seine Nadelreihe liefert eine links abgeschlagene Maschenreihe; darauf hebt man beide Nadelplatten, schiebt die Nadeln in die rechtseitige Platte, wo sie eine rechts abgeschlagene Maschenreihe bilden.**)

Eine andere wichtige Verbesserung besteht in der Theilung der Nadelbetten in einzelne Stücke und der Vorrichtung zur seitlichen Verschiebung dieser Nadelbettstücke in verschiedener Richtung während der Arbeit, so dass verschiedene Arten von Wirkmustern hergestellt werden können, bei denen einzelne Maschenstäbchen in der Breite der Waare beliebig verschoben und zur Zusammenstellung von Musterbildern an einzelnen Stellen verwendet werden können.

Herstellung der Formen gewirkter Gebrauchsgegenstände.

Auf pag. 738 ist bereits der Unterschied zwischen regulären und geschnittenen Waaren besprochen worden. Zwischen beiden Arten ist noch eine Reihe von Abstufungen zu verzeichnen, das sind solche Waaren, die zum Theile einzelne Kanten unversehrt haben, zum Theile durch Zuschneiden und Nähen erst zum fertigen Gebrauchsgegenstande werden. Doch auch die als reguläre benannten Gegenstände sind nur in den einfachen Formen eintheilig, complicirtere Waare fügt man aus mehreren Theilen zusammen, deren jeder durch entsprechendes Mindern und Erweitern so geformt ist, dass er ohne Zuschneiden an andere Theile angenäht werden kann.

Die verwendeten Nähte müssen dem Zwecke und der Art des Gegenstandes angepasst sein. Ist eine vollständige und unbeschränkte Elasticität der Waare erforderlich, dann muss auch die Naht dieser Bedingung entsprechen; werden

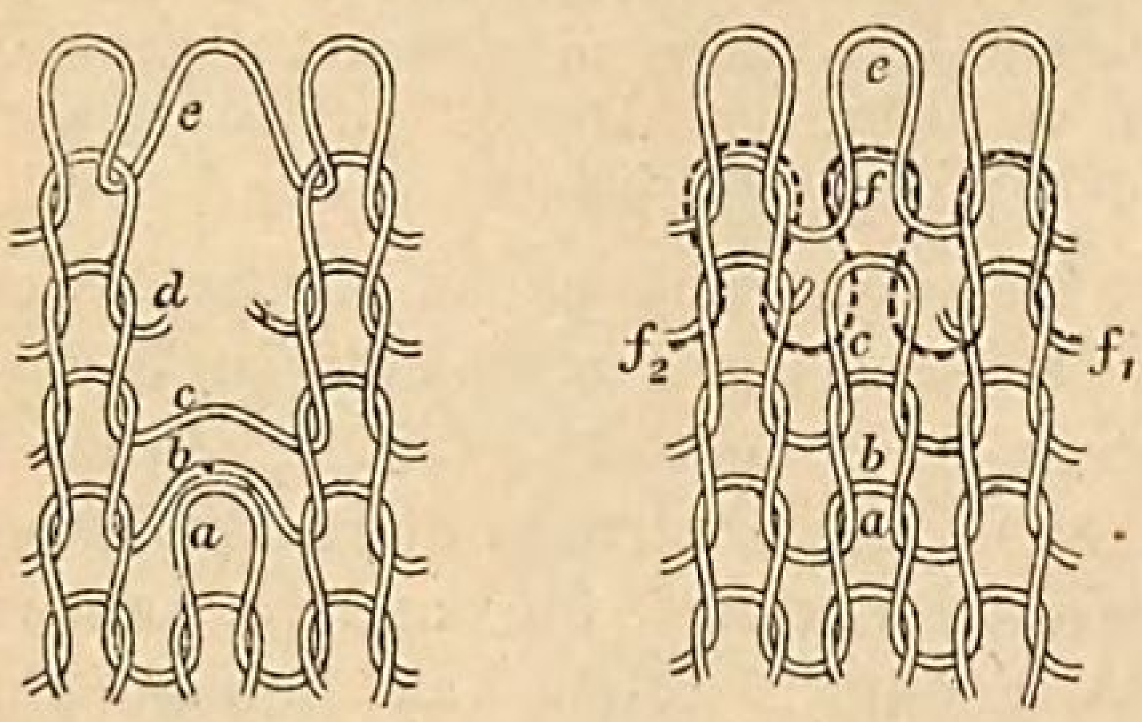
*) Dingler's polyt. Journal Bd. 232 pag. 513.
**) Dingler's polyt. Journal Bd. 236 pag. 118.

jedoch unelastische Stoffe, z. B. linnene Besätze angenäht, dann genügt auch eine feste unelastische Naht.

Zum Nähen der Wirkwaaren sind einzelne besondere Nahtbildungen im Gebrauche: Halbenglische Naht oder gewöhnliche Schlingennaht. Diese verbindet die äussersten Henkel oder Randmaschen, welche bei schöner Waare selbst fest und kurz sind. — Die polnische Naht verbindet die ersten zwei Henkel, also die äusseren Maschenstäbchen, u. zw. in jeder zweiten Reihe. Die Waarenkante erscheint hier schon etwas umgebogen. — Die deutsche Naht ist noch mehr wulstig, sie reicht bis zu jedem zweiten oder dritten Henkel der Waarenkanten. Die englische Naht ist als Steppstichnaht aufzufassen. Sie verbindet die äussersten Henkel der Waarenkanten. Ausser diesen Nähten kommen noch solche vor, die lediglich zur Verzierung dienen.

Fig. 5706.

a *b*



Gerissene, vernähte Waare.

Beim Vernähen gerissener Maschen hat man den Faden ohne Knoten in den Verlauf der letzten nicht verletzten Masche einzuführen, dann leitet man ihn bis zur schadhaften Stelle, fast dort die freigewordene Masche und lässt den Faden wieder ohne Knoten in das Gewirke verlaufen. Fig. 5706 *a b*. *Dln.*

Wirtel, s. Wirbel.

Wiserit, Min., gelblich-weisse bis röthliche, seidenglänzende faserige Aggregate, welche wasserhaltiges kohlensaures Manganoxydul sind. Vork. zu Gonzen bei Sarganz in der Schweiz. *Gtl.*

Wisk, s. m. Erdwachs, vgl. Ozokerit VI pag. 460.

Wisky, s. m. Kornbranntwein, s. b. Branntweinbrennerei I pag. 739.

Wiskyöl, s. m. Getreidefuselöl, s. d. b. Fuselöl III pag. 659.

Wismuth. Bismuthum *(bismut, étain de glace — bismuth)*, Marcasita, Aschblei, Symbol = *Bi*, Atomgew. = 210.*) Das Metall wird zuerst mit Sicherheit von Basilius Valentinus genannt und als Wismuth, Magnesia oder Marcasit bezeichnet. Agricola nannte es *Bisemutum* oder *Plumbum cinereum* und selbst noch später wurde es mit Antimon und Zink verwechselt, bis Pott und später noch eingehender Bergmann dieses Element näher studirten.

Das ziemlich seltene Metall findet sich in der Natur meist gediegen und als Oxyd Bi_2O_3 (Wismuthocker). Seltenere Wismuth-Mineralien sind der Wismuthglanz Bi_2S_3, das Tellurwismuth Bi_2Te_3, der Kupferwismuthglanz $Cu_2Bi_2S_4$, der Bleiwismutit $Pb_2Bi_2S_5$, die Wismuthkupferblende $Cu_6Bi_2S_6$, die Wismuthbleikupferblende $(Pb, Cu_2)_3Bi_2S_6$, der Bismutit $3(BiO)_2CO_3 + 2Bi(OH)_3 + 3H_2O$, der Pucherit $BiVO_4$, das Kieselwismuth $Bi_4(SiO_4)_3$ etc.

Nach V. Kletzinsky ist der Name unseres Elementes von Wiesenmatte abgeleitet, welchen Namen es von den alten Berg- und Hüttenleuten in Folge seiner Eigenschaft erhielt, in der Hitze an der Luft prachtvoll bunt anzulaufen, so dass seine Oberfläche einer blumigen Wiese gleicht. Hiernach wäre sein Name richtig Wiesmutt zu schreiben.

*) Nach den Neuberechnungen der Atomgewichte von Clarke ist $Bi = 207{\cdot}52$, nach denen von L. Mayer und K. Seubert = 207·5 mit einem möglichen Fehler von mehreren Einheiten. Löwe fand dasselbe bei Ueberführung des Metalls in das Oxyd im Mittel zu 207·33, C. Marignac aus dem Subnitrat zu 208·6, aus dem Sulfat zu 208·16.

Ueber die Zusammensetzung von verschiedenen Gediegen-Wismuth geben folgende Analysen Aufschluss:

Gediegen Wismuth von:	Peru		Dalekarlien in Schweden	
Analytiker:	Genth	Forbes	Cleve	Feilitzen
Wismuth	99·914 Proc.	94·46 Proc.	95·16 Proc.	91·15 Proc.
Eisen	Spur	—	1.80 „	4·03 „
Kupfer	—	—	Spur	Spur
Gold	—	Spur	—	—
Schwefel	—	0·07 „	1·42 „	2·28 „
Tellur	0·042 „	5·09 „	—	—
Arsen	—	0·38 „	—	—
Quarz	—	—	0·23 „	0·34 „
Summa	99·956 Proc.	100·00 Proc.	98·61 Proc.	97·80 Proc.

Das Gediegen-Wismuth, das sich zu Schneeberg in Sachsen findet, wurde früher einfach ausgesaigert. Das Erz wurde in schiefliegenden eisernen Röhren, deren je vier oder fünf nebeneinander in einem Ofen eingemauert waren, so weit erhitzt, dass das Wismuthmetall schmolz und von der Gangart abtroff. Es sammelte sich in einem unter das tiefer liegende Ende der Röhren gestellten Gefäss. Durch das obere Röhrenende wird das Erz eingetragen und nach dem Absaigern herausgekrükt; beide Röhrenenden sind während des Processes durch Platten geschlossen, doch ist die untere durchlocht, um das Abfliessen des Wismuths zu gestatten. Das Erz enthält durchschnittlich 4 bis 12 Proc. Wismuth, von dem etwa $^2/_3$ auf diese Weise gewonnnen wurde, während der Rest im Rückstande verblieb. Die Gefässe, in welchen sich das abgesaigerte Metall sammeln soll, müssen so weit erwärmt werden, dass dasselbe flüssig bleibt. Eine Decke von Kohlenpulver schützt es vor der Oxydation.

Nachstehende Analysen geben die Zusammensetzung von so erhaltenem Wismuth:

	sächsisches Wismuth	peruanisches Wismuth
Wismuth	96·731 Proc.	93·372 Proc.
Antimon	0·625 „	4.570 „
Arsen	0·432 „	—
Kupfer	1·682 „	2·058 „
Schwefel	0·530 „	—
	100·000 Proc.	100·00 Proc.

Früher wurde das Aussaigern des Wismuths in offenen Haufen durchgeführt, indem man das wismuthhaltige Kobalterz, mit etwas Kohlenklein vermengt, auf eine Holzunterlage stürzte und langsam niederbrennen liess. Nach dem Wegräumen des abgesaigerten und gerösteten Erzes, Wismuthgraupen (*noyau de bismuth — pearls of bismuth*) genannt, fand sich das Wismuth (Aschblei) am Boden, und wurde noch durch Verwaschen vom Kohlenklein getrennt und durch Umschmelzen gereinigt. Diese Methode liefert die geringste Ausbeute, kostet aber wenig Zeit und Brennmaterial. Schon weit vollkommener war das Aussaigern des Wismuths auf Herden, dem dann das oben beschriebene Aussaigern in Röhrenöfen folgte.

Ein anderes wichtiges Materiale für die Wismuthgewinnung ist die Kobaltspeise (oder Nickelspeise). Nachstehende Analyse von R. Wagner bezieht sich auf eine aus dem sächsischen Erzgebirge stammende Speise:

Nickel	48·20 Proc.
Kobalt	1·63 „
Wismuth	2·44 „
Eisen	0.65 „
Kupfer	1·93 „
Arsen	42·08 „
Schwefel	3·07 „
	100·00 Proc.

Bei Verarbeitung dieser Rückstände auf Smalte schied sich am Boden fast reines Wismuth ab, das man dann nach Mitscherlich auf einer geneigten eisernen Platte absaigerte.

Gegenwärtig werden alle Wismutherze geröstet und unter Zusatz von Kohle, Schlacke und Eisen in den Smalteofen-Häfen verschmolzen, wobei sich zwei Schichten bilden, deren obere (Kobaltspeise) zuerst erstarrt, während die untere — fast reines Wismuth — noch flüssig abgestochen wird. Um den geringen Gehalt desselben an Eisen, Kobalt, Nickel, Blei, Silber, Schwefel und Arsen zu entfernen, wird es auf einer schwach geneigten Eisenplatte nochmals geschmolzen, und das hierbei aussaigernde fast chemisch reine Raffinnadwismuth in eiserne Formen gegossen. Die so erhaltenen Wismuthbrode haben ein Gewicht von 11 bis 12 Kg.

Andere Raffinationsmethoden des Wismuths sind: Umschmelzen des Rohwismuth in eisernen Kesseln und Abschäumen der Verunreinigungen oder Abtreiben derselben auf einem Test. Das hierbei entstehende Wismuthoxyd wird vom Test aufgesaugt und durch Zusammenschmelzen des gepulverten Testes mit schwarzem Fluss wieder reducirt. Die trotz allem noch zurückbleibenden geringen Mengen von Arsen, Schwefel und Eisen lassen sich nur auf nassem Wege vollständig entfernen.

Folgende Analysen geben die Zusammensetzung zweier Sorten von raffinirtem Wismuth des Handels:

	Sächsisches	Joachimsthaler
Wismuth	99·77	99·32
Eisen	Spur	Spur
Kupfer	0·08	Spur
Blei	—	0·30
Silber	0·05	0·38
Antimon	—	—
Zinn	—	—
Schwefel	0·10	—
Summa	100·00	100·00

Beim Feinbrennen des Silbers aus wismuthhältigen Blei-Silbererzen sammelt sich das entstehende Wismuthoxyd im Mergelherde des Ofens, so dass letzterer oft 5 bis 20 Procent Wismuth enthält. In Freiberg gewinnt man hieraus das Wismuth durch Extrahiren mit kalter Salzsäure, Verdünnen der abgeklärten Lösung mit Wasser, wodurch das Wismuth als basisches Salz gefällt wird und Schmelzen des letzteren mit Kohle und Soda. Das Metall kommt in Barren mit der Marke „Saxonia“ in den Handel. In Altenberg wird es ebenfalls auf nassem Wege aus gerösteten Zinnschliechen, in Frankreich aus den südlich von Meymac vorkommenden wismuthhältigen Erzen durch Extraction mit Salzsäure, Fällen mit Eisen und Schmelzen unter Kohle gewonnen.

Das Wismuth der Joachimsthaler Erze sammelt sich im Reichblei an, bei dessen Abtreiben anfangs reine, später grüne, wismuthhaltige (sogenannt „schwarze“) Glätte resultirt. Durch Reduction derselben erhält man neuerdings ein Gemenge von Blei und Wismuth, das beim Abtreiben abermals anfangs reine, später wismuthhaltige Glätte gibt, während reines Wismuth zurückbleibt, das beim weiteren Abtreiben reine Wismuthglätte gibt. Die wismuthhaltige Glätte wird wieder reducirt und wie oben behandelt. Heute wird dieser Process jedoch in Joachimsthal nicht mehr ausgeführt, sondern die dortige wismuthhältige Glätte in Freiberg verarbeitet.

Die grösste Menge Wismuth wird in Sachsen (Blaufarbenwerke und kleinere Fabriken, ja sogar in Haushaltungen in der Gegend von Johanngeorgenstadt und Platten) gewonnen. Seit 1867 kommt jedoch auch südamerikanisches Wismuth in den Handel. Die Jahres-Production der Erde an Wismuth beträgt nach Roscoë und Schorlemmer (Ausführl. Lehrbuch der Chemie) ungefähr 25.000 Kg. mit folgender Vertheilung auf einzelne Länder:

die sächsischen Blaufarbenwerke	18.000 Kg.
Freiberg	2.500 „
England (aus südamerikanischen Erzen)	2.500 „
Johanngeorgenstadt	1.500 „
Altenberg	500 „

Die Wismuthproduction Frankreichs seit 1867 scheint nur einige hundert Kilogramme zu betragen.

rechnet. Es krystallisirt in so stumpfen Rhomboëdern, dass sie lange für Würfel gehalten wurden. An der Luft läuft seine Oberfläche bunt an; beim Schmelzen an der Luft bildet sich oberflächlich ein grünes oder gelbes Häutchen, dass sich — wenn entfernt — immer wieder erneuert, so dass das Metall schliesslich ganz in Oxyd verwandelt wird. Bei Rothgluth zersetzt es Wasserdampf langsam, mit den Halogenen verbindet es sich leicht; Salzsäure und Schwefelsäure greifen es in der Kälte nicht an; Salpetersäure und Königswasser lösen es leicht, Schwefelsäure löst es beim Erhitzen unter Bildung von SO_2.

Das Metall dient zur Darstellung pharmaceutischer Präparate und des als weisse Schminke verwendeten basischen Nitrates (s. unten) sowie in nicht geringem Grade zur Darstellung leichtflüssiger Legirungen, worüber alles Wissenswerthe in vorstehender Tabelle (pag. 780) und im Nachstehenden zusammengestellt ist.

Sonstige Daten über Wismuthlegirungen seien im Nachfolgenden angeführt:

Die kubische Ausdehnung von Rose's Legirung ($2Bi + 1Sn + 1Pb$) beträgt nach Kopp im festen Zustande zwischen 5° und 94° C: $V_t = V_0\ (1 + 0{\cdot}000067847\ t - 0{\cdot}0000018158\ t^2 + 0{\cdot}000000055307\ t^3 - 0{\cdot}0000000005256\ t^4)$; im flüssigen Zustande zwischen 103° und 110° C. bezogen auf 98° jedoch $V_t = V_0\ (1 + 0{\cdot}0004435\ t)$; der lineare Ausdehnungscoëfficient zwischen 0° und 100° C. wurde von Mathiessen für nachfolgende Legirungen ermittelt: 99·36 Bi + 0·64 Sn; $\beta = 0{\cdot}00001355$; 63·8 Bi + 36·2Sn, $\beta = 0{\cdot}00001699$; 98 Bi + 2 Pb, $\beta = 0{\cdot}00001362$; 50·1 Bi + 49·9 Pb; $\beta = 0{\cdot}00002874$. Ueber die mittlere specifische Wärme von Wismuthlegirungen liegen folgende Angaben vor:

Legirung	Temperatur	spec. Wärme	Beobachter
d'Arcet's Legirung			
(32·5 Pb + 49·0 Bi + 18·5 Sn) fest	12—50° C.	0·049	Person
dto. dto.	14—80° „	0·060	„
dto. flüssig	107—136° „	0·047	„
dto. „	136—300° „	0·036	„
Rose's Legirung			
(24·1 Pb + 48·4 Bi + 27·5 Sn) fest	19—94° C.	0·06082	Regnault
dto. flüssig	119—338° „	0·04217	Person
(31·8 Pb + 32·0 Bi + 36·2 Sn) fest	18—52° „	0·0423	„
dto. dto.	11—98° „	0·04476	Regnault
dto. flüssig	143—330° „	0·046	Person
(21·6 Sb + 36·7 Bi + 41·7 Sn)	22—99° „	0·04621	Regnault
(17·5 Sb + 29·9 Bi + 18·7 Zn + 33·9 Sn)	20—99° „	0·05657	„
(37·1 Sb + 62·9 Pb)	10—98° „	0·03880	„
(39·9 Pb + 60·1 Bi) fest	16—99° „	0·03165	Person
dto. flüssig	144—358° „	0·03500	„
(63·8 Bi + 36·2 Sn)	20—99° „	0·04001	Regnault
(46·9 Bi + 51·1 Sn)	20—99° „	0·04504	„
(56·9 Bi + 43·1 Sn) fest	17=99° „	0·0450	Person
„ flüssig	146—275° „	0·0454	„

Für Legirungen von Rose, d'Arcet, Lipowitz und Wood liegen Untersuchungen Spring's über das Volumen bei verschiedenen Temperaturen und ebenso über die spec. Wärme bei verschiedenen Temperaturen vor. Nach diesen ist, für die Legirung von Rose das Volumen, wenn dasselbe bei 0° C. = 1 gesetzt wird, bei 29° C. = 1·00682, bei 38·5° C. = 1·01295, bei 68·2° C. = 1·0070 und bei 100° C. 1·0450 und die spec. Wärme bei denselben Temperaturen = 0·0474, 0·0562, 0·0545 und 0·0881. — Für die Legirung von d'Arcet ist das Volumen bei 29° C. = 1·01485, bei 35° C. = 1·01825, bei 41·5° C. = 1·0160, bei 56·5° C. = 1·02493 und bei 101·3° C. = 1·09980; die spec. Wärme bei denselben Temperaturen = 0·0621, 0·0528, 0·0650 und 0·0901. — Für die Legirung von Lipowitz ist das Volumen bei 28° C. 1·0321, bei 50° C. 1·00115, bei 90·5° C. 1·05042 und die spec. Wärme bei denselben Temperaturen = 0·0634, 0·0544, 0·0625. — Für die Legirung von Wood ist das Volumen bei 53·25° C. = 1·00265, bei 93° C. = 1·03735 und die spec. Wärme bei denselben Temperaturen = 0·0575 und 0·0918.

Nach Person beträgt die latente Schmelzwärme von d'Arcet's Legirung (32·5 Pb + 49·0 Bi + 18·5 Sn — Schmelzpunkt 96° C) 5.96 Cal.; die einer Legirung von 31·8 Pb + 32·0 Bi + 36·2 Sn (Schmelzpunkt 145° C.) 7·63 Cal. Die absolute Wärmeleitungsfähigkeit der Wood'schen Legirung, ausgedrückt in $K\ mg$ Wasser, welche von jener Wärmemenge, die bei einer ebenen Platte von 1mm Dicke, deren beide Seiten um 1° C. verschiedene Temperatur besitzen, durch jeden Quadratmillimeter Fläche in 1 Secunde passirt, von 0° auf 1° erwärmt werden kann, beträgt (für 7° C.) nach H. F. Weber: $K = 3{\cdot}19$. Die relative Wärmeleitungsfähigkeit r einiger Wismuthlegirungen bezogen auf Silber = 100 wurde gefunden zu:

Legirung 3 *Sn* + 1 *Bi*	$r = 10{\cdot}1$	nach Wiedemann
„ 1 „ + 1 „	$r = 5{\cdot}6$	„ „
„ 1 „ + 3 „	$r = 2{\cdot}3$	„ „
„ 1 „ + 1 *Pb* + 2 *Bi* (Rose's Metall)	$r = 4{\cdot}0$	„ „
Wood's Metall	$r = 2{\cdot}91$	„ H. F. Weber

Die elektrische Leitungsfähigkeit der Wood'schen Legirung beträgt nach H. F. Weber 2·209. (Bezogen auf Quecksilber).

Eine Legirung von $6Bi + 13Pb + 3Sn$ ist leichtflüssig, hart, nicht brüchig, sie dient zu Abgüssen; eine Legirung von $1Bi + 1Pb + 2Sn$ dient als Schnellloth, eine solche von $5Bi + 3Pb + 2Sn$ Lichtenberg's-Legirung) als Clichemetall; Wood's Metall, silberweiss, glänzend, feinkörnig und etwas biegsam, wird zum Löthen unter Wasser verwendet.

Wismuthverbindungen.

a) Sauerstoffverbindungen. Nach den Untersuchungen von P. Muir, Bernhard Hoffmeister und E. Robbs existiren die nachfolgenden Verbindungen des Wismuth und des Sauerstoffs:

Anhydride:	Hydrate:		
Bi^2O^2	Bi^2O^3, H^2O	respective	$Bi^2O^2(OH)^2$
Bi^2O^3	$Bi^2O^3, 2H^2O$	„	$Bi^2O(OH)^4$
Bi^2O^4	$Bi^2O^3, 3H^2O$	„	$Bi^2(OH)^6$
Bi^2O^5	Bi^2O^4, H^2O	„	$Bi^2O^3(OH)^2$
	$Bi^2O^4, 2H^2O$	„	$Bi^2O^2(OH)^4$
	Bi^2O^5, H^2O	„	$Bi^2O^4(OH)^2$
	und wahrscheinlich:		
	Bi^2O^2, H^2O	respective	$Bi^2O(OH)^2$
	$Bi^2O^2, 2H^2O$	„	$Bi^2(OH)^4$
	$Bi^2O^5, 3H^2O$	„	$Bi^2O^2(OH)^6$

Von diesen sind die wichtigsten:

Wismuthdioxyd, Bi_2O_2, auch Wismuthoxydul, es entsteht durch Oxydation des Metalles an der Luft bei einer Temperatur etwas unter dem Schmelzpunkte, oder durch Lösen gleicher Moleküle Trioxyd und Zinndichlorid in Salzsäure, Eingiessen der Lösung in mässig concentrirte Kalilauge, Behandeln des entstehenden braunschwarzen Niederschlages mit concentrirter Kalilauge, Auswaschen und Trocknen bei 100° und bildet ein grauschwarzes krystallinisches Pulver, das beim Erhitzen an der Luft verbrennt. Seine Salze sind wenig bekannt.

Wismuthtrioxyd, Wismuthsesquioxyd oder Wismuthoxyd, Bi^2O^3 *(calx marcasitae)* kommt in der Natur als Wismuthocker vor. Man erhält es durch Erhitzen des Hydrooxydes, Carbonates oder Nitrates als gelbes Pulver von 8·2 specifischem Gewicht; es schmilzt bei Rothgluth und erstarrt beim Abkühlen zu einer krystallinischen gelben Kruste; durch Fällen einer kochenden Wismuthlösung mit kochender Kalilauge erhält man es in mikroskopischen Nadeln. Auch entsteht es beim Rösten des Metalles. Es dient als gelbe Farbe und als Zusatz zu Gläsern statt Bleioxyd, wodurch das Brechungsvermögen steigt; wird gleichzeitig das Kali der Gläser durch Thalliumoxyd ersetzt, so zeigt das geschliffene Glas ein prächtiges Farbenspiel (Wismuthglas). Mit Alkalien bildet es sehr unbeständige Verbindungen (Bismuthide).

Das Wismuthtrihydroxyd, Wismuthsesquioxydhydrat oder Wismuthoxydhydrat $Bi(OH)^3$, bildet einen weissen amorphen Niederschlag, der durch Fällen von Wismuthsalzlösungen mit Ammoniak oder kalter Natronlauge entsteht. Beim Erhitzen der Flüssigkeit spaltet er Wasser ab und geht in das Trioxyd über. Es löst sich leicht in Säuren, dagegen nicht in Alkalien.

Von den Salzen des Wismuthoxyds sind die wichtigsten:

Wismuthtrisulfat, neutrales schwefelsaures Wismuthoxyd, $Bi_2(SO_4)^3$ entsteht durch Auflösen des Oxydes in verdünnter Schwefelsäure als amorphe weisse Masse, die von Wasser unter Bildung eines unlöslichen basischen Salzes $(Bi_2[OH]_4SO_4)$ zersetzt wird. Durch Erhitzen verwandelt es sich ebenso wie jedes andere seiner Sulfate in $(BiO)_2SO_4$, das heiss eine gelbe, kalt eine weisse Farbe besitzt.

Wismuthtrinitrat, neutrales salpetersaures Wismuthoxyd, $Bi(NO_3)_3 + 5H_2O$ bildet grosse trikline, durchsichtige Prismen, die durch Auflösen des Metalles in Salpetersäure und Eindampfen der Lösung erhalten werden. Beim Erwärmen zerfliessen sie zunächst in ihrem Krystallwasser, während es bei steigender Temperatur anfangs unter Bildung von basischem Salz, später unter Abscheidung von reinem Sesquioxyd zerlegt wird. Da die wässrige Lösung des Salzes Papier stark angreift, muss man sie über Asbest filtriren.

Basisches Wismuthnitrat oder basisches salpetersaures Wismuthoxyd, $Bi(OH)_2NO_3$ ist officinell. Es führt auch den pharmaceutischen Namen *Magisterium Bismuthi*. Es entsteht als weisser Niederschlag beim Verdünnen einer Lösung des Vorigen mit Wasser. Es bildet ein krystallinisches Pulver, das feuchtes Lakmuspapier röthet und sich beim Erhitzen auf 100° C. in $BiO(NO_3)_2(OH)_2$ verwandelt. Seine Zusammensetzung hängt von der zum Fällen angewendeten Wassermenge ab, und bei längerem Auswaschen verwandelt es sich in Hydroxyd.

Es wird bei Unterleibsleiden, wie Darm- und Magen-Catarrhen, bei Magengeschwüren, besonders bei Dysenterie und Cholera in heissen Ländern mit Vortheil angewendet, und besonders in Frankreich bei Verdauungsbeschwerden mit Vorliebe genommen. Seine Darstellung ist nach einigen Pharmakopoëen folgende: Sousnitrate de Bismuth (Frankreich) wird gewonnen durch Auflösen von 1 Thl. Wismuth in 3 Thl. Salpetersäure von 1·3 spec. Gewicht, Einengen der Lösung auf $^2/_3$ ihres Volumens und Eingiessen in die 40- bis 50fache Menge (dem Gewichte nach) Wasser. Zur Darstellung des *Bismuthum subnitricum* gibt die deutsche Pharmokopoë folgende Vorschrift: 2 Thl. Wismuth werden in 9 Thl. reiner Salpetersäure von 1·185 Volumgewicht gelöst, die Lösung mit der Hälfte Wasser verdünnt und absitzen gelassen. Die klare, decantirte Lösung wird eingedampft und die Krystalle von neutralem, salpetersaurem Wismuthoxyd mit etwas salpetersäurehältigem Wasser gewaschen. Nun wird 1 Thl. derselben mit 4 Thl. Wasser zerrieben, das Ganze in 20 Thl. heisses Wasser gegossen, der entstehende Niederschlag mit nicht zu viel Wasser gewaschen und bei höchstens 30° C. getrocknet. Zur Darstellung von *Bismuthi subnitras* ordnet die englische Pharmakopoë an: Auflösen von 2 Gew.-Thl. Wismuth in 4 Thl. Salpetersäure von 1·42 specifischem Gewicht, die mit 3 Thl. Wasser verdünnt wurde. Ein etwaiger Bodensatz wird durch Abgiessen entfernt, und die Lösung auf das Volum von 2 Gew.-Thl. Wasser eingedampft, in 80 Thl. destillirtes Wasser geschüttet, absitzen gelassen, die klare Flüssigkeit abgezogen, nochmals dieselbe Wassermenge zugesetzt, gut umgerührt, der Niederschlag auf einem Filter gesammelt und bei höchstens 55° getrocknet.

R. Schneider empfiehlt bei der Darstellung von reinem basischen salpetersauren Wismuthoxyd zum Auflösen des Wismuths warme Salpetersäure von 1.2 specifischem Gewichte anzuwenden, wobei etwa vorhandenes Arsen mit Zinn und Antimon in Form von arsensaurem Wismuthoxyd ungelöst zurückbleibt, während sich dasselbe in kalter Salpetersäure von der angegebenen Stärke als arsenigsaures Wismuthoxyd löst.

Unter dem Namen *Blanc d'Espagne* oder *Blanc de fard* kommt unser Salz als weisse Schminke in den Handel und ist nicht selten mit Calciumphosphat gefälscht.

Mit Harz und Lavendelöl gemischt auf Porzellan aufgetragen und eingebrannt, erhält man den farblosen, aber stark irisirenden Wismuthlüster; durch Zusatz von färbenden Metalloxyden oder Glanzgold entstehen färbige und Metallüster. So erhält man durch Zusatz von Chromoxyd einen schwefelgelben bis citronengelben Lüster, durch Zusatz von Glanzgold einen prachtvollen Kupferlüster mit Goldreflex oder bei Anwendung von wenig Glanzgold einen blau violetten bis rein blauen Lüster, oder beim Auftragen einer sehr verdünnten Mischung einen rein rosenrothen Lüster.

Wismuthsilikat, $Bi_4(SiO^4)_3$ kommt als Wismuthblende oder Kieselwismuth in der Natur vor.

Das basische Wismuthcarbonat $2(BiO)_2CO_3 + H_2O$ entsteht durch Eingiessen einer Lösung des Nitrates in eine Lösung von kohlensaurem Ammon als weisser Niederschlag, der, bei gelinder Wärme getrocknet, als Arzneimittel dient, bei 100° sein Wasser abgibt und bei stärkerem Erhitzen sich in Bi_2O_3 verwandelt.

Das basische Carbonat $3(BiO)_2CO_3 + 2Bi(OH)_3 + 3H_2O$ kommt als Bismuthit in der Natur vor.

Phosphate des Wismuths. Wismuthorthophosphat, $BiPO_4$, bildet einen weissen Niederschlag, den man durch Fällung der Lösung des Nitrates mit einer mit Salpetersäure versetzten Phosphorsäurelösung erhält. In gleicher Weise entsteht bei Anwendung von Pyrophosphorsäure das, gleichfalls einen weissen Niederschlag bildende Wismuthpyrophosphat, $Bi_4(P_2O_7)^3$. Durch Zusammenschmelzen des Oxyds mit Phosphorpentoxyd resultirt ein farbloser klarer Glasfluss, der ohne Zweifel ein Wismuthtetrametaphosphat ist. Bei langsamen Erkalten erstarrt das Glas zu einer weissen krystallinischen Masse.

Chromate des Wismuths sind in grösserer Zahl dargestellt worden. Sie sind zumeist gelbe oder orangegelbe krystallinische Niederschläge, die durch Fällen von Lösungen des Wismuthnitrats mit neutralem oder doppeltchromsaurem Kalium erhalten werden können. Beim Vermischen einer Lösung von Wismuthtrinitrat mit neutralem Kaliumchromat entsteht das Salz $^2[CrO_4(BiO)^2] + Bi_2O_3$, das ein citronengelber Niederschlag ist, der beim Erhitzen nicht schmilzt und sich nicht zersetzt. Er ist in Salpetersäureüberschuss löslich. Ungenügende Mengen von Salpetersäure entziehen ihm Wismuthoxyd und verwandeln ihn in das Salz

$Cr_2O_7(BiO)^2$, das ein orangegelbes krystallinisches Pulver darstellt, welches sich beim Erhitzen unter Grünfärbung zersetzt. Dasselbe Salz entsteht beim Vermischen einer möglichst neutralen Wismuthnitratlösung mit überschüssiger Kaliumdichromatlösung. Versetzt man die den Niederschlag enthaltende Mischung mit einigen Tropfen von Salpetersäure und kocht einige Stunden lang, so bildet sich ein fast zinnoberrothes krystallinisches Sediment, welches der Formel $CrO_4(BiO)_2$ entspricht und sich bei weiterer Behandlung mit verdünnter Salpetersäure unter theilweiser Lösung in ein Salz von der Formel $Cr_4O_{15}Bi_2 + H_2O$ verwandelt, welches rubinrothe Krystalle darstellt.

Wismuthtetroxyd $Bi_2O_4 = (BiO)BiO_3$, ist als ein Salz der nächstfolgenden Oxydationsstufe des Wismuths anzusehen, von demselben ist das gelbrothe Hydrat $Bi_2O_4 + 2H_2O$ bekannt.

Wismuthpentoxyd, Wismuthsäureanhydrid Bi_2O_5, entsteht durch Erhitzen des Hydrates auf 130° C als braunes Pulver, das bei stärkerem Erhitzen oder bei Behandeln mit Schwefelsäure Sauerstoff entwickelt und von Salzsäure unter Freiwerden von Chlor zersetzt wird.

Er kann leicht auch durch Einwirkung von Ammoniak und Wasserstoffsuperoxyd auf Wismuthnitrat erhalten werden, indem man die Lösung des Nitrats mit einem möglichst grossen Ueberschusse von Wasserstoffsuperoxyd vermischt und die Mischung in concentrirtes Aetzammoniak filtrirt. Es tritt zunächst eine lebhafte Sauerstoffentwicklung ein und wenn diese verlaufen ist, überlässt man die Mischung unter einer gut schliessenden Glasglocke durch 24 Stunden sich selbst. Es entsteht ein hellorangegelber Niederschlag, der abfiltrirt, möglichst rasch gewaschen und sodann im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet werden muss. Es bildet ein lockeres hellorangegelbes Pulver, das sich beim Erhitzen bräunt und endlich zu einer krystallinischen Masse von Wismuthoxyd zusammenschmilzt.

Wismuthsäure, Wismuthsäurehydrat, $HBiO_3$, wird erhalten, wenn man in kochende Kalilauge, die Wismuthtrioxyd enthält, Chlor einleitet. Die Flüssigkeit färbt sich roth und es scheidet sich allmälig ein schweres krystallinisches rothes Pulver ab, das wismuthsaures Kali ist und dem man durch Digeriren mit Salpetersäure das Kali fast vollkommen entziehen kann. Sie bildet ein rothes Pulver, das sich beim Kochen mit Kalilange spurenweise löst, während die Hauptmasse in saures wismuthsaueres Salz verwandelt wird.

Metawismuthsäure $H_4Bi_2O_7$, fällt als dunkelbraunes Pulver, wenn man die Lösung des Nitrates mit überschüssigem Cyankalium fällt.

b) Schwefel- und Tellurverbindungen des Wismuth.

Wismuthdisulfid Bi_2S_2, wird als metallglänzende, graue, strahlig krystallinische Masse erhalten, wenn man die Elemente im Verhältnisse ihrer Atomgewichte zusammenschmilzt und rasch erstarren lässt. Entsteht auch bei Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf Wismuthoxydulsalze.

Wismuthtrisulfid, Bi_2S_3, entsteht durch Zusammenschmelzen des Metalles mit überschüssigem Schwefel, sowie beim Fällen von Wismuthoxydsalzlösungen durch Schwefelwasserstoff. Es bildet eine bleigraue, glänzende, krystallinische Masse oder ein braunschwarzes Pulver, das sich in verdünnten Säuren und Schwefelalkalien nicht löst und beim Erhitzen Schwefel abgibt. Es kommt in der Natur als Wismuthglanz oder Bismuthinit vor.

Wismuthoxysulfid Bi_4O_3S, bildet das Mineral Karelilinit.

Wismuthtritellurid Bi_2Te_3, bildet das Mineral Tetradymit oder Tellurwismuth, doch betrachten P. Groth und G. Rose dasselbe als eine isomorphe Mischung dieser Elemente, da sich diese in jedem Verhältnisse zusammenschmelzen lassen und das Mineral mit Wismuthglanz nicht isomorph ist.

c) Halogenverbindungen des Wismuths.

Wismuthdichlorid $BiCl_2$, Wismuthchlorür, entsteht beim Erhitzen von Wismuthchlorid mit metallischem Wismuth oder beim Erhitzen von Quecksilberchlorür mit metallischem Wismuth im zugeschmolzenen Rohre auf 250° C. Es bildet eine schwarze Masse von erdigem Bruche, die sehr wenig flüchtig und sehr hygroskopisch ist. Bei 300° C. zerfällt es in Wismuth und Wismuthchlorid.

beim Erhitzen an der Luft in $BiCl_3$ und $Bi_4Cl_2O_3$ (oder $2BiCl_2 + 3Bi_2O_2$) zerlegt wird.

Wismuthtrichlorid $BiCl_3$, Dreifachchlorwismuth, Wismuthbutter, ist eine weisse, leicht schmelzbare und flüchtige Masse, deren Dampfdichte (nach Jaquelin) 11·35 beträgt. Beim Sublimiren erhält man es in schönen, bei 225 bis 230° C schmelzenden Krystallen; es entsteht beim Verbrennen des Metalles im Chlorstrome, sowie beim Erhitzen von Wismuth mit Quecksilberchlorid. Die syrupdicke, wässrige Lösung zersetzt sich bei Zusatz von mehr Wasser unter Bildung von Wismuthoxychlorid $BiOCl$, Schminkpulver, Perlweiss, Wismuthweiss, Spanischweiss *(blanc d'espagne)*. Vom Wismuthtrichloride sind noch bekannt die Verbindungen $BiCl_3 + 2HCl$, dann $BiCl_3$, $3NH_3$, ferner $BiCl_3$, $2NH_3$ und $2BiCl_3$, NH_3.

Endlich besteht noch die Verbindung Bi_3Cl_8.

Der Chlorverbindung analog sind das Wismuthbromür $BiBr_2$, das braun ist, dann das Wismuthtribromid $BiBr_3$, das schwefelgelb, schmelzbar, hygroskopisch, bei Gegenwart von Bromür stahlgrau ist, das Wismuthoxybromid, $BiOBr$, das Wismuthtrijodid BiJ_3, das metallglänzende Krystalle, im gefällten Zustande einen gelbbraunen Niederschlag bildet, der durch Wasser leicht in das rothe Wismuthoxyjodid $BiOJ$, verwandelt wird. Ein Lösung von 15 Grm. bas. salpeters. Wismuthoxyd, 7 Grm. Jodkalium in 20 Grm. Wasser und etwas Salzsäure stellt das als empfindliches Reagens auf Alkaloide verwendete Wismuth-Kaliumjodid dar.

d) Organische Wismuthverbindungen. Sie sind den organischen Phosphor-, Arsen- und Antimonverbindungen analog. Die wichtigsten derselben sind:

Trimethylbismuthin $(CH_3)_3Bi$, wird durch Digestion von Jodmethyl mit Wismuthkalium erhalten, es ist noch wenig untersucht.

Wismuthtriäthyl. Diese Verbindung ist durch Einwirkung von Jodäthyl auf Wismuthkalium darstelllbar und bildet eine farblose, höchst unangenehm riechende Flüssigkeit, die in Wasser unlöslich, in Alkohol leicht, in Aether schwer löslich ist, unter Luftabschluss mit Wasser destillirt werden kann, für sich erhitzt sich aber schon bei 50—60° C. zersetzt und bei 150° C. explodirt. Unter Luftzutritt entzündet es sich unter Entwicklung schwerer Dämpfe von Wismuthoxyd. Seine Zusammensetzung entspricht der Formel $Bi(C_2H_5)^3$. *Hanns v. Jüptner.*

Wismuthbleierz, Wismuthsilbererz, s. m. Silberwismuthglanz, s. VIII pag. 272.

Wismuthblende, s. m. Kieselwismuth, s. IV pag. 737.

Wismuthbromid und **Wismuthbromür**, s. b. Wismuth.

Wismuthbronze, Legirung aus 52 Thl. Kupfer, 30 Thl. Nickel, 12. Thl. Zink, 5 Thl. Blei, 1. Thl. Wismuth. Ist ziemlich widerstandsfähig gegen Oxydation, eignet sich besonders als Spiegelmetall. *Gtl.*

Wismuthbutter, s. m. Wismuthtrichlorid bei Wismuth.

Wismuthchlorid und **Wismuthchlorür**, s. b. Wismuth.

Wismuthglanz, Bismuthin *(galena bismuthi)*, Min., langsäulenförmige bis nadelförmige Krystalle des rhomb. Systems, denen des Antimonglanzes ähnlich, meist eingewachsen, selten frei, längsstreifig, auch derb oder eingesprengt, sowie in körnigen oder stengeligen Aggregaten, von blättriger oder strahliger Textur. Licht bleigrau bis zinnweiss, gelblich oder bunt angelaufen, mild. Härte = 2—2·5, spec. Gew. = 6·4—6·6. Ist Schwefelwismuth mit 81·6 Proc. Wismuth und 18·4 Proc. Schwefel. Vork. Joachimsthal, Johanngeorgenstadt, Altenberg, Riddarhytta, Redruth in Cornwall. *Gtl.*

Wismuthglas. Wismuthoxydhaltiger Glasfluss, durch Verschmelzen von Wismuthoxyd an Stelle von Bleioxyd in Mischungen für Flintglas oder Strass dar-

stellbar. Dergleichen Gläser haben ein sehr hohes spec. Gewicht und ein wesentlich höheres Lichtbrechungsvermögen als Beigläser. Wird in solchen Gläsern das Kalium durch Thallium erhitzt, so resultirt ein Glas von 5·0—5·2 spec. Gewicht, das ein hohes Lichtbrechungsvermögen besitzt. Vgl. Cl. Winkler, Scientif. Americ. 21 pag. 347. *Gtl.*

Wismuthgraupen, s. b. Wismuth X pag. 777.

Wismuthkaliumjodid, s. b. Wismuth X pag. 785.

Wismuthkobaltkies. Eine Varietät des Speiskobalt's (s. d. VIII pag. 347) von Schneeberg, welcher 3·9 Proc. Wismuth enthält, und zinnweisse, bis bleigraue, hexaëdrisch spaltbare gestrikte Krystalle bildet. *Gtl.*

Wismuthlegirungen, s. b. Wismuth X pag. 780.

Wismuthloth. Ein sehr leichtflüssiges Löthmetall, welches z. B. aus 2 Thl. Zinn, 3 Thl. Blei und 5 Thl. Wismuth besteht. *E.*

Wismuthlüster, s. Lüster V pag. 666 und Thonwaarenfabrication IX pag. 443.

Wismuthnickelkies, Nickelwismuthglanz, Saynit, Min. Kleine Kryställchen auch in körnigen Aggregaten und eingesprengt, spröde, lichtstahlgrau in silberweiss ziehend, gelblich oder graulich angelaufen, Härte = 4·5, spec. Gew. = 5·14. Besteht nach verschiedenen Analysen aus 22 bis 23 Nickel, 10·5 Wismuth, 32—33 Schwefel, 11·5 Kobelt, 11·5 Kupfer, 6 Eisen, 4—7 Blei, oder 40·65 Nickel, 14·11 Wismuth, 38·46 Schwefel, 3·48 Eisen, 1·68 Kupfer, 1·58 Blei und 0·28 Kobalt. Vork. zu Grünau auf der Grafschaft Sayn-Altenkirchen in Westphalen. *Gtl.*

Wismuthocker, Min. Als Ueberzug oder Anflug, gestrikt, derb oder eingesprengt, in Pseudomorphosen nach Wismuthglanz, sehr weich, zerreiblich, erdig, strohgelb bis lichtgrau und grün, schimmernd oder matt, undurchsichtig. Spec. Gew. = 4·3—4·7. Ist Wismuthoxyd mit 89·9 Proc. Wismuth. Vork. Joachimsthal, Johanngeorgenstadt, Schneeberg, meist als Umwandlungsproduct des Wismuthglanzes. *Gtl.*

Wismuthoxyde, s. Wismuth X pag. 782.

Wismuthsäure und **Wismuthsäureanhydrid**, s. Wismuth X pag. 784.

Wismuthsilber, in Chile vorkommendes gediegenes wismuthhaltiges Silber, der Formel $Ag_{12}Bi$ entsprechend zusammengesetzt, mit 85·6 Proc. Silber und 14·4 Proc. Wismuth. *Gtl.*

Wismuthsilbererz, s. m. Silberwismuthglanz, s. VIII pag. 272.

Wismuthspath, z. Thl. Bismutit. Min., als Bismutit derb, eingesprengt, als Ueberzug oder in nadelförmigen Pseudomorphosen, sehr spröde, gelblichgrau, strohgelb auch zeissiggrün oder berggrün, matt oder schwach glasglänzend, undurchsichtig, Härte = 4—4·5, spec. Gew. = 6·8—6·9. Ist wesentlich kohlensaures Wismuthoxyd mit etwas schwefelsaurem Wismuthoxyd. Vork. Ullersreuth, Sparenberg im Voigtlande, Schneeberg, Johanngeorgenstadt. Das von Rammelsberg als Wismuthspath beschriebene Mineral von Chesterfield County in Süd-Carolina, welches er als die reinste Varietät von Bismutit ansieht, bildet poröse, zellige, dem Galmei ähnliche Stücke, welche 90 Proc. Wismuthoxyd, 6·56 Proc. Kohlensäure und 3·44 Proc. Wasser enthalten. *Gtl.*

Wismuthsubnitrat, s. m. bas. salpetersaures Wismuthoxyd, s. Wismuth X pag. 783.

Wismuthsulfurete, s. m. Schwefelwismuth, s. Wismuth X pag. 784.

Wismuthsuperoxyd, s. m. Wismuthsäure, s. Wismuth X pag. 784.

Wismuthverbindungen organische, s. Wismuth X pag. 785.

Wismuthweiss, s. m. bas. salpeters. Wismuthoxyd u. Wismuthoxychlorid, s. b. Wismuth X pag. 785.

Wistarin. Giftiges Glukosid aus dem Harze von *Wistaria chinensis*, einer in Nordamerika als Zierpflanze cultivirten Leguminosen-Art. Vgl. Ottow Pharm. Journ. and. Trans. Oct. 1886. *Gtl.*

Witherit, Min. Rhombische, scheinbar hexagonale Krystalle, denen des Aragonit's ähnlich, häufiger nierförmige, traubige, kugelige und derbe Aggregate von strahligstängliger Textur, mit drusiger Oberfläche. Farblos, gewöhnlich lichtgraulich oder gelblich, glasglänzend, im Bruche fettglänzend durchscheinend, in Krystallen häufig von einer matten Kruste überkleidet. Härte = 3—3·5, spec. Gew. = 4·2—4·3. Ist kohlensaures Barium mit 77·7 Proc. Bariumoxyd und 22·3 Proc. Kohlensäure. Vork. Leogang im Salzburgischen, Peggau in Steyermark, Alston in Cumberland, Hexham in Northumberland. *Gtl.*

Wittichenit, s. m. Kupferwismuthglanz V pag. 220.

Wittneben'sches Oel (*Oleum Wittnebianum*), s. m. Cajeputöl II pag. 194.

Wocheinit, s. m. Bauxit I pag. 336.

Wöhlerit, Min. Undeutliche tafel- oder säulenförmige Krystalle, meist derb oder eingesprengt in Zirkonsyenit eingewachsen, weingelb bis honiggelb oder gelblichbraun, fettglänzend, durchscheinend. Härte = 5—6, spec. Gew. = 3·41. Besteht wesentlich aus einem zirkon- und niobhaltigen Kalk-Natron-Silicat. Vork. Brewig in Norwegen. *Gtl.*

Wölbung, s. Gewölbe III pag. 783.

Wölchit, s. m. Bournonit I pag. 736.

Wölfe, s. m. Eisensauen, s. Eisensau III pag. 136.

Wörthit, Min. Als Geschiebe, in körnigen oder undeutlich kurz stengligen Aggregaten mit verwachsenen Individuen. Weiss, perlmutterglänzend, schwach durchscheinend. Härte = 7·5, spec. Gew. = 3. Ist ein wasserhaltiges Thonerdesilicat mit 54·3 Proc. Thonerde, 40·9 Proc. Kieselsäure und 4·8 Proc. Wasser. Vork. in der Gegend von St. Petersburg. Eine grünlich grau gefärbte Varietät des Wörthits von Monroe in Orange-County ist als Monrolith unterschieden worden. *Gtl.*

Wohlverleih, s. m. Arnica.

Wolchonskoit, Min. Derb, nierförmig und in Nestern, smaragdgrün bis pistazien- oder schwärzlichgrün, schimmernd bis matt, fettiger Griff. Härte = 2—2·5, spec. Gew. = 2·2—2·3. Ist ein wasserhaltiges Chromoxyd-Silicat mit geringem Gehalte an Eisenoxyd, Thonerde, Magnesia und Spuren anderer Metalle. Vork. Gouvernem. Perm in Russland. Dient als Farbkörper. *Gtl.*

Wocken, s. Rocken VII pag. 380.

Wolf, Teufel, s. Baumwollspinnerei I pag. 323.

Wolf, Steinklaue, benützt zum Versetzen der Steine, s. Versetzen X pag. 119.

Wolf grauer (*lupus metallorum*), s. m. Grauspiessglaserz oder Antimonglanz, s. b. Antimon I pag. 163.

Wolff's Grün wurde das von Wolff durch Einwirkung von Bleisuperoxyd und Schwefelsäure auf Bleu de Paris (s. d. b. Theerfarbstoffe IX pag. 145) erhaltene Grün genannt. *Gtl.*

Wolfen (*louvetage — deviling*) maschiniren, s. Streichgarnspinnerei VIII pag. 600.

Wolfram (*wolfram* — *wolframium*), Scheelmetall, Tungstenium, Scheelium, Katzenzinn. Symbol *W*, Atomgewicht = 183·5.*)

Der erstere Name rührt von dem Minerale Wolfram her, das nach den Untersuchungen von Schaffgotsch, Wöhler und Marguerite eine Verbindung von Wolframsäure mit Eisen- und Manganoxydul ist ($[Fe, Mn]WO_4$) und jetzt Wolframit genannt wird. Es bildet schwarze, schwere, stark glänzende Prismen von der Härte 5—5·5 und findet sich in Böhmen, Sachsen, am Harz, in Frankreich, Grossbrittanien und Nordamerika und zwar vornehmlich an denselben Orten wie Zinn. Da dieses Mineral überdies dem Zinnstein ziemlich ähnlich ist, jedoch beim Probeschmelzen kein Zinn gibt, glaubten die alten Bergleute, dass es wie ein Wolf in der Schafherde, im Zinnlager die Erze aufgefressen habe und nannten es daher „wolfrig" d. i. gefrässig wie ein Wolf, woraus Wolfram entstand. Thatsächlich wurde dieses Mineral auch noch in unserem Jahrhunderte für werthlos gehalten, und höchstens — wie in Böhmen — als Strassenschotter verwendet, während es heute zu verschiedenen Zwecken Verwendung gefunden und somit einen ansehnlichen Werth erlangt hat.

Der zweite Name stammt von dem Chemiker Scheele, der im Jahre 1781 die Wolframsäure als solche erkannte, während der letzte Name ebenfalls von einem Minerale, dem Tungsteine (auch Scheelit genannt) abgeleitet ist. Er ist wolframsaurer Kalk ($CaWO_4$), kommt an denselben Orten vor wie der Wolframit, und bildet glänzende, gelblichweisse bis nelkenbraune Pyramiden von den Härte 4·5 und dem specifischer Gewichte 6, wovon eben der schwedische Name Tungstein (= Schwerstein) abgeleitet ist.

Weitere Wolframmineralien sind der Wolframocker, WO_3: der Scheelbleispath, $PbWO_4$; der Ferberit, $FeWO_4$; der Hübnerit, $MnWO_4$ und der Cuproscheelit $(Ca, Cu)WO_4$; auch kommt es in kleinen Mengen in verschiedenen Niobaten und Tantalaten vor.

Kurze Zeit, nachdem Scheele im Jahre 1781 in den beiden Mineralien Wolfram und Tungstein die Wolframsäure als eine eigene Verbindung erkannt hatte, stellte Bergmann die Vermuthung auf, dass in derselben ein neues Metall enthalten sei, und im Jahre 1785 gelang es den beiden spanischen Chemikern, Brüdern d'Elhujar, dieses Metall faktisch darzustellen. Eingehend studirt wurde dasselbe von Klaproth, Vauquelin, Richter, Buchholz, Malagutti und ganz besonders von Berzelius und Wöhler.

Das Metall kann man darstellen, indem man ein Gemenge von wolframsaurem Ammon und Cyankalium oder von Wolframsäure mit Holzkohlenmehl im Kohlentiegel zur Weissgluth erhitzt. So wurde es auch zuerst erhalten u. zw. als metallglänzendes, krystallinisches Pulver von 17·6 specifischem Gewicht — doch enthält es nach Riche Kohlenstoff. Berzelius reducirte die Wolframsäure bei Rothgluth im Wasserstoffstrome und erhielt so dunkelgrauen Wolframmoor, der beim Reiben Metallglanz annahm, aber bei Luftzutritt erhitzt, wie Zunder zu Wolframsäure verglimmte. Endlich kann man es auch durch Erhitzen des Chlorids in Natriumdampf erhalten.

Das Metall bildet glänzende, stahlgraue bis zinnweisse quadratische Blättchen oder ein schwarzes Pulver, ist schwerer schmelzbar als Mangan, und bildet, geschmolzen, einen glänzenden, eisengrauen, luftbeständigen Regulus. Sein spec. Gewicht, bezogen auf Wasser von 4° C. beträgt, nach Roscoë 19·129. Es bleibt an trockener und feuchter Luft unverändert, wird von verdünnten Säuren und Alkalien nicht angegriffen, auch nicht von Chlor in der Kälte, während es sich mit diesem oder mit Sauerstoff bei höherer Temperatur verbindet; Wasser zersetzt es in der Glühhitze. Schwefelsäure und Salzsäure greifen es nicht, Salpetersäure langsam, Königswasser schnell an; am besten löst sich Wolframmoor in ätzenden Bleichlaugen. Es hat die Härte 8, ist diamagnetisch und wird von einer englischen Feile kaum geritzt.

Gegenwärtig wird Wolfram im Grossen dargestellt und hauptsächlich zur Erzeugung von Wolframstahl (Mushet's Stahl) verwendet. Biermann in Hannover verkauft 90proc. Metall zu 3 Mark per Kilogramm. Letzterer enthält neben 2—3 Proc. Mangan 20—50 Proc. Wolfram, ist sehr hart, aber auch sehr spröde, so dass er nur für Werkzeuge Verwendung finden kann, welche keinen Stössen ausgesetzt sind. Auch andere Wolframlegirungen kommen im Handel vor.

*) Das Atomgewicht des Wolfram beträgt nach der Neuberechnung von F. W. Clarke 183·61, nach jener von L. Meyer und Seubert 183·6 mit einem möglichen Fehler von etwa 0·5

Verbindungen des Wolfram:

a) Sauerstoffverbindungen des Wolfram (*oxyde de wolfram — oxyde of wolframium*), Wolframdioxyd, Wolframbioxyd, Wolframoxyd, WO_2, bildet amorph ein schwarzbraunes Pulver, krystallinisch ein metallglänzendes bronzefarbenes Pulver oder kupferrothe Blättchen; an der Luft erhitzt verglimmt es zu Wolframsäure, von Säuren wird es nur wenig angegriffen, von Königswasser zu Wolframsäure oxydirt. Sein specifisches Gewicht ist 12·1. Chemisch scheint es die Rolle einer Säure spielen zu können, da es mit Alkalien salzartige Verbindungen eingeht, die, wie z. B. Na_2WO_3, sogar der Einwirkung der Säuren trotzen. In heisser concentrirter Kalilauge löst es sich unter Wasserstoffentwicklung unter Bildung von Kaliumwolframat.

Wolframtrioxyd, Wolframsäureanhydrid, Wolframsäure WO_3, kommt in der Natur als Wolframocker oder Tungstit vor. Man erhält es aus Wolframit, indem man dieses fein gepulverte Mineral anfangs mit reiner, zum Schlusse mit etwas salpetersäurehältiger Salzsäure behandelt, um Eisen und Mangan möglichst zu extrahiren. Der Rückstand wird durch Behandeln mit Ammon gelöst, die Lösung zur Krystallisation eingedampft und das krystallisirte wolframsauere Ammon geglüht. Wöhler schmilzt den Wolframit mit der doppelten Menge Chlorcalcium, entfernt das überschüssige Chlorcalcium, sowie Eisen und Manganchloride durch Auslaugen mit Wasser, kocht den Rückstand (wolframsauren Kalk) mit concentrirter Salzsäure und reinigt endlich das sich abscheidende rohe Trioxyd wie oben. Scheelit wird gleich unmittelbar mit kochender Salzsäure zersetzt.

Es bildet, aus den Lösungen seiner Salze (Wolframiate) durch Kochen mit Säuren abgeschieden, ein citronengelbes Pulver und krystallisirt in rhombischen Tafeln von 6·302 bis 6·384 specifischem Gewicht (Nordenskiöld). Durch Erhitzen von wolframsaurem und kohlensaurem Natron zur Rothgluth erhält man es in olivengrünen, rechtwinkligen Prismen, welche bei Weissgluth (theilweise) in Octaedern sublimiren.

Durch Erhitzen desselben im Wasserstoffstrome auf 250° entsteht $2WO_3 + WO_2$ als indigoblaues Pulver.

Glüht man es im Kohlenoxydstrome, so entsteht $3WO_3 + WO_2$ in blaurothen, kupferglänzenden Krystallen.

$WO_3 + WO_2 = W_2O_5$, Wolframpentoxyd, ist wahrscheinlich jene blaue Verbindung, die sich bei Zersetzung des Pentachlorides mit Wasser bildet.

Wolframsäuren (*acides tungsténiques — tungstenic acids*).

Normale Wolframsäure $H_2WO_4 + H_2O$, Scheelsäure, Tungsteinsäure, entsteht, wenn man die Lösung eines Wolframates mit einer Säure in der Kälte fällt, als weisser in Wasser wenig löslicher Niederschlag. Fällt man jedoch mit einem Ueberschusse einer Säure in der Hitze, so entsteht ein gelber Niederschlag von H_2WO_4. Letztere Verbindung entsteht auch beim Erhitzen von Wolframhexachlorid an feuchter Luft, wobei sich jedoch zunächst rothes Oxychlorid bildet.

Nur die Alkalisalze dieser Säure sind löslich, und selbst von diesen sind einige Kali- und Ammon-Salze schwer löslich. Am wichtigsten sind die Natriumwolframate, von denen folgende bekannt sind:

$Na_2WO_4 + 2H_2O$ (Wolframsaures Natron),
$Na_2W_2O_7 + 2H_2O$ (Diwolframsaures Natron),
$Na_4W_3O_{11} + 7H_2O$ (Triwolframsaures Natron),
$Na_4W_5O_{17} + 11H_2O$ (Pentawolframsaures Natron),
$\left.\begin{array}{l} Na_6W_7O_{24} + 16H_2O \\ Na_6W_7O_{24} + 21H_2O \end{array}\right\}$ (Heptawolframsaures Natron),
$\left.\begin{array}{l} Na_{10}W_{12}O_{41} + 21H_2O \\ Na_{10}W_{12}O_{41} + 25H_2O \\ Na_{10}W_{12}O_{41} + 28H_2O \end{array}\right\}$ (Dodekawolframs. Natron).

Letzteres Salz, auch Parawolframat genannt, bildet das vorzüglichste Flammenschutzmittel (obwohl auch die anderen als solche benützt werden), da es weder Gewebe noch Farben angreift. Man erhält es im Grossen, indem man Wolframit mit calcinirter Soda schmilzt, die Schmelze mit Wasser auszieht, und die bis zum Sieden erhitzte Lösung mit Salzsäure neutralisirt. Aus dieser Lösung krystallisirt es bei gewöhnlicher Temperatur mit dem oben angegebenen, bei höherer Temperatur mit einem kleineren Krystallwassergehalt.

Die sogenannte Metawolframsäure, $H_2W_4O_{13} + 7H_2O$ wird durch Zersetzung des Bariummetawolframates mit verdünnter Schwefelsäure oder des Bleimetawolframates mit Schwefelwasserstoff erhalten. Sie bildet kleine, gelbe Octaëder, verliert bei 100⁰ ihr Krystallwasser und verwandelt sich beim Glühen in Trioxyd (Säureanhydrid). Sie ist in Wasser leicht löslich, schmeckt sehr sauer, und gerinnt, wenn seine Lösung durch Kochen bis zu einem gewissen Punkte concentrirt ist, unter Bildung von anfangs weissem Hydrat, später der normalen gelben Säure.

Die meisten Metawolframate sind in Wasser löslich, die der Alkalimetalle erhält man durch Kochen der gewöhnlichen Wolframate mit überschüssiger Wolframsäure, während die der übrigen Metalle am bequemsten durch Wechselzersetzung von Bariummetawolframat mit dem Sulfat oder Carbonat des betreffenden Metalles dargestellt werden. Dampft man ihre Lösungen ab, so erhält man ihre Salze meist amorph, lässt man sie jedoch über Schwefelsäure verdunsten, meist krystallinisch. Mit Säuren geben ihre Lösungen erst nach längeren Kochen einen Niederschlag von gewöhnlicher Wolframsäure.

Die colloïdale oder lösliche Wolframsäure, welche Graham durch Dialyse einer schwach mit HCl angesäuerten 5procentigen Lösung eines gewöhnlichen Wolframates erhielt, wird weder durch Säuren noch durch Weingeist gefällt, gibt beim Abdampfen eine gummiähnliche Masse, die selbst beim Erhitzen auf 200⁰ C. noch löslich bleibt, und gibt bei Rothgluth 2·42 Proc. Wasser ab. Mit dialisirter Kieselsäure vermischt, verhindert sie (wahrscheinlich in Folge der Bildung von Silicowolframsäure) das Gelantiniren derselben.

Sehr merkwürdig sind die Verbindungen der Wolframsäure mit anderen Säuren, wie:

die Phosphorwolframsäuren (der Phosphormolybdänsäure analog), von welchen $(H_2O)_{16}P_2O_5$, $20WO_3$ am besten bekannt ist, und die

Wolframkieselsäuren, deren Zusammensetzung und Benennung Marignac wie folgt angab:

Silicodeciwolframsäure, $4H_2O$, $10WO_3$, SiO_2,
Wolframkieselsäure, $4H_2O$, $12WO_3$, SiO_2,
Silicoduodeciwolframsäure, $4H_2O$, $12WO_3$, SiO_2.

Von besonderem Interesse für die Praxis sind die Verbindungen von Wolframaten mit Wolframdioxyd, besonders die Natriumwolframbronze, das ist das wolframsaure Wolframoxydnatron,

$$Na_2W_3O_9 = Na_2W_2O_7 + WO_2.$$

Als Anhang an die Sauerstoffverbindungen des Wolframs mögen hier noch die Wolframfarben grösstentheils nach einer Studie von J. Hasslwander und V. Kletzinsky: „Ueber Oelfarben" zusammengestellt werden:

1. Wolframweiss. Wolframsaures Natron wird in destillirtem Wasser in der Wärme gelöst und mit einer siedenden Lösung möglichst neutralen reinen Zinkvitriols gefällt. Die reichliche weisse Fällung von Zinkwolframat wird auf einem Filter gesammelt, gut ausgewaschen und getrocknet. Das Wolframweiss deckt besser als Zinkweiss und wird in Oel angerieben von Schwefelwasserstoff nicht verändert.

2. Wolframgelb. Versetzt man die wässrige Lösung des wolframsauren Natrons mit reiner Salpetersäure in geringem Ueberschusse, so scheidet sich salpetersäurehaltiges weisses Wolframsäurehydrat ab, das nach dem Aussüssen, Trocknen und Glühen hellgelbe, wasserfreie Wolframsäure liefert.

3. Wolframblau. Versetzt man die wässrige Lösung von wolframsaurem Natron mit Zinkgranalien und sofort im Ueberschusse mit reiner Salzsäure, so verwandelt sich das anfänglich abgeschiedene weisse Wolframsäurehydrat sehr bald in ein blaues sammtartiges Pulver

von wolframsaurem Wolframoxyd, das durch Filtration von der Lösung, welche Chlorzink und Kochsalz enthält, getrennt werden kann. Der Niederschlag wird gut ausgewaschen und getrocknet. Derselbe Körper lässt sich auch durch vorsichtige trockene Destillation (durch vorsichtiges Erhitzen) von saurem, wolframsaurem Ammon darstellen. Dieser blaue „Wolframcarmin“ ist gegen Schwefelwasserstoff weitaus beständiger als der blaue „Molybdäncarmin“, d. i. das auf ähnliche Weise aus molybdänsauren Salzen dargestellte molybdänsaure Molybdänoxyd; eine Verdünnung der betreffenden Oelfarbe mit Terpentinöl wird aber weniger gut vertragen, weil letzteres ein Ozonerreger und Oxydationsmittel ist, und beide blaue Farben der Oxydationswirkung nicht vollständig widerstehen.

4. Wolframbronze. Schmelzt man wolframsaures Natron mit Zinnfeile zusammen und kocht man die von den Zinnkörnern getrennte Schlacke mit verdünnten Säuren aus, so bleibt die früher erwähnte Verbindung $Na_2 WO_3$ in krystallinischen, gelben, metallglänzenden Blättchen zurück, welche unter dem Namen Wolframbronze namentlich als Tapetenlustre gute Verwendung finden, da sie luftbeständig sind und selbst von verdünnter Salpetersäure nicht angegriffen werden.

5. Violette Wolframbronze. Schmelzt man früher das wolframsaure Natron mit einem Ueberschusse von Wolframsäure zusammen, ehe man durch das Schmelzen mit Zinnfeile die Reduction einleitet, so bleibt beim schliesslichen Auskochen der Schlacke mit verdünnten Säuren ein prachtvoll violetter Körper in metallglänzenden Blättchen zurück (wolframsaures Wolframoxyd-Natron, $Na_2O.\,WO_2.\,2\,WO_3$ vom specifischen Gewicht 6·617), der ähnlich wie der vorige Verwendung findet.

b) Halogenverbindungen des Wolfram. Die Halogenverbindungen des Wolframs haben fast nur ein theoretisches Interesse, weshalb dieselben hier nur eine kurze Erwähnung finden sollen. Es sind dies:

Wolframdichlorid WCl_2,	Wolframdibromid WBr_2,	Wolframdijodid WJ_2,
Wolframtetrachlorid WCl_4,	—	—
Wolframpentachlorid WCl_5,	Wolframpentabromid WBr_5,	—
Wolframhexachlorid WCl_6,	—	—
Wolframdioxydichlorid WO_2Cl_2,	Wolframdioxydibromid WO_2Br_2,	—
Wolframmonoxytetrachlorid $WOCl_4$,	Wolframmonoxytetrabromid $WOBr_4$.	—

Von diesen entsteht das Dichlorid durch Reduction des Hexachlorids beim Erhitzen im Wasserstoff als amorphe hellgraue Masse. Das Tetrachlorid beim Erhitzen von Wolfram oder zweifach Schwefelwolfram im Chlorstrome als rothgelber Dampf, der sich beim Erkalten zu einem graubraunen wolligen Sublimat condensirt. Das Pentachlorid und ebenso das Hexachlorid werden beim Erhitzen von Wolfram oder einem Gemenge von Wolframsäure und Kohle in überschüssigem Chlor erhalten und kann das erstere, weil es flüchtiger ist als das Hexachlorid, von diesem leicht durch Erhitzen getrennt werden. Es bildet dunkelrothe, fast schwarz erscheinende Nadeln oder geschmolzen eine schwarze, metallisch schimmernde Masse, die bei 248° C. schmilzt, bei 276° C. siedet und einen rothgelben Dampf liefert. Das Hexachlorid bildet eine dunkelviolettgraue krystallinische Masse oder nadelförmige Kryställchen; es ist leicht in Schwefelkohlenstoff löslich, schmilzt bei 275° C., siedet bei 347° C. und liefert einen rothen Dampf.

Das Wolframdioxydichlorid (Wolframbioxychlorid oder Wolframbisacisuperchlorid) entsteht beim Erhitzen von Wolframoxyd in Chlorstrome in Form von goldglänzenden Schüppchen, die bei 265° C. sublimiren. Das Wolframoxytetrachlorid (Wolframoxychlorid oder Wolframacibissuperchlorid) ensteht beim Erhitzen von Wolframoxyd im Chlorstrome über 140° C. oder beim Ueberleiten von Hexachloriddampf über erhitztes Oxyd oder das vorgenannte Oxychlorid in Form von rothen Krystallnadeln, die sehr flüchtig sind, bei 210° C. schmelzen und bei 227·5° C. sieden.

In analoger Weise resultiren die Bromverbindungen, von welchen das Pentabromid schwarze, bei 276° C. schmelzende, bei 333° C. unter Bildung eines purpurbraunen Dampfes siedende Krystallnadeln, das Wolframoxytetrabromid (Wolframacibissuperbromid) schwarzbraune, bei 277° C. schmelzende, bei 327° C. siedende Krystallnadeln bildet.

c) Schwefelverbindungen des Wolfram.

Wolframsulfür, Wolframdisulfid, WS_2, entsteht durch Glühen des Trioxydes in Schwefeldampf und Schwefelwasserstoff als schwarzes metallglänzendes Pulver.

Wolframtrisulfid, Wolramsulfid, WS_3, wird als schwarzbrauner Niederschlag erhalten, wenn man Wolframsäure oder irgend ein Wolframat in einem Schwefelalkali löst und diese Lösung durch Säuren zersetzt. Mit basischen Sulfiden bildet es leicht Sulfosalze.

Mit Phosphor liefert das Wolfram zwei Phosphorete, von welchen das, beim Erhitzen von Wolfram in Phosphordampf entstehende Phosphorwolfram, W_3P_2, ein unansehnliches graues Pulver darstellt, während das, beim heftigen Glühen

eines Gemenges von Phosphorsäure und Wolframsäure im Kohlentiegel entstehende Phosphoret, W_4P, eine, in grossen, metallisch glänzenden, stahlgrauen Prismen darstellbare, sehr beständige Verbindung ist.

Näheres siehe in chemischen Handbüchern. *Hanns v. Jüptner.*

Wolfram, Wolframerz, Wolframit, Scheel (*wolfram — tungstate af iron*), Min. Rhombische Krystalle (mit meist monoklinoëdrischem Typus, da die Pyramiden — sowie das Doma oft nur mit der Hälfte der Flächen ausgebildet sind) theils kurz säulenförmig, theils breit tafelförmig, die verticalen Flächen meist vertical gestreift. Nicht selten Zwillingskrystalle; häufig derb in grosskörnigen, stengeligen oder schaligen Aggregaten mit stark gestreiften Zusammensetzungsflächen. Bräunlich-schwarz, metallartiger Diamantglanz, oft auch Fettglanz, undurchsichtig. Härte = 5—5·5, spec. Gew. = 7·2—7·5. Ist wolframsaures Eisenoxydul-Manganoxydul in schwankenden Verhältnissen. Man unterscheidet eisenreichere und mangenreichere Varietäten, die ersteren haben einen schwarzen, die letzteren einen braunen Strich. Als Beispiele der beiden Zusammensetzungstypen seien angeführt das Zinnwalder Wolframerz mit 75·7 Proc. Wolframsäure, 14·7 Proc. Manganoxydul und 9·6 Proc. Eisenoxydul, das Ehrenfriedersdorfer Erz enthält dagegen 76·1 Proc. Wolframsäure, 4·7 Proc. Manganoxydul und 19·2 Proc. Eisenoxydul. Vork. Zinnwald, Ehrenfriedersdorf, Schlackenwalde, Geyer, Cornwall, Nertschinsk. *Gtl.*

Wolframblau, s. Wolfram X pag. 790.

Wolframbleierz, s. m. Scheelbleierz, s. m. Stolzit, s. d. VIII pag. 561.

Wolframbromide, s. Wolfram X pag. 791.

Wolframbronze, s. Wolfram X pag. 791.

Wolframchloride, s. Wolfram X pag. 791.

Wolframeisen, s. b. Wolframstahl.

Wolframfarben, s. b. Wolfram X pag. 790.

Wolframit, s. Wolfram.

Wolframkitt. Beim Vermischen einer Leimlösung mit wolframsauren Natron und Ansäuren der Mischung mit Salzsäure entsteht ein Niederschlag, welcher beim Erwärmen plastisch wird und beim Trocknen zu einer festen, in Wasser unlöslichen Masse erhärtet, weshalb derselbe als Kittmateriale empfohlen wurde. *Gtl.*

Wolframkupfer. Legirung von 90 Thl. Kupfer und 10 Thl. Wolfram, welche sich besonders zu Achsenlagern eignet und hohe Härte mit Zähigkeit und Elasticität verbindet. *Gtl.*

Wolframlegirungen sind im Allgemeinen durch ihre Schwerschmelzbarkeit ausgezeichnet und entstehen mit Antimon, Blei, Kobalt, Kupfer, Nickel, Wismuth und Zink in der Regel nur bei gleichzeitiger Reduction der bezüglichen Metalloxyde im Gemenge mit Wolframoxyden. Die meisten dieser Legirungen sind bei einem 10% übersteigenden Wolframgehalte nicht mehr schmelzbar und nur die Legirungen mit Eisen (s. Wolframstahl) sind bis zu einem 80% betragenden Wolframgehalte noch schmelzbar. *Gtl.*

Wolframnickelstahl. Von Levalois (Berg- und Hüttenmänn. Ztg. 1874 pag. 111) empfohlene Legirung, welche die Eigenschaften des Gusstahles hat und weniger leicht rostet als dieser. Er stellt diesen Stahl in drei Qualitäten durch Zusammenschmelzen von Wolfram, Nickel und Eisen unter einem Fluss dar, welcher durch Verschmelzen von 36 Thl. Borsäure, 32 Thl. calcin. Kieselerde und 32 Thl. kohlensaurem Kalk erhalten wird und verwendet zur Herstellung der I. Qualität: 93 Thl. weiches Eisen, $6\frac{1}{2}$ Thl. Wolfram und $\frac{1}{2}$ Thl. Nickel, für die II. Qualität: 95 Thl. weiches Eisen, $4\frac{1}{2}$ Thl. Wolfram und $\frac{1}{2}$ Thl. Nickel, für die III. Qualität: 97 Thl. weiches Eisen, $2\frac{1}{2}$ Thl. Wolfram und $\frac{1}{2}$ Thl. Nickel. *Gtl.*

Wolframocker (Scheelsäure), Min. Als Ueberzug oder Anflug auch eingesprengt, erdig und weich, von grünlichgelber oder gelbgrüner Farbe, matt und undurchsichtig. Ist Wolframsäure mit 80 Proc. Wolfram und 20 Proc. Sauerstoff. Vork. Huntington in Connecticut. *Gtl.*

Wolframoxyde, s. b. Wolfram X pag. 789.

Wolframpentoxyd, s. m. blaues Wolframoxyd, s. Wolfram X pag. 789.

Wolframphosphoret, s. Wolfram X pag. 791.

Wolframsäure und **Wolframsäureanhydrid**, s. Wolfram X pag. 789.

Wolframstahl. Ein Wolframgehalt des Gusseisens ($^1/_8$—$1^0/_0$) erhöht die Festigkeit des Materiales erheblich und fast proportional dem Wolframgehalte. Ein Wolframgehalt des Stahles erhöht sowohl die Festigkeit als auch die Härte wesentlich. Zur Herstellung solcher Legirungen u. z. für Wolframeisen empfiehlt Le Guen (vgl. Dingl. pol. Journ. 183 pag. 220) reducirtes Wolfram mit 10 Proc. Aetzkalk zu mengen und das Gemenge mit Theer oder Pech zu schmelzen, die Mischung in kleine Briquetts zu formen und diese gemeinschaftlich mit Kocks und Gusseisen im Cupolofen niederzuschmelzen. Zur Herstellung von Wolframstahl verfährt Le Guen so, dass er im Bessemerconverter ein graues Roheisen entkohlt und demselben nach der Entkohlung soviel von Wolframeisen zusetzt als es Spiegeleisen zur Gare benöthigen würde. Bei Anwendung von Wolframeisen von 8·84—6·42 Proc. Wolframgehalt wurde in solcher Weise ein Stahl mit 0·7 Proc. Wolfram erhalten, der sich sehr gut für Waggonfedern, Schienen etc. eignete. Biermann in Hannover bringt, für Zwecke der Herstellung von Wolfram-Stahl, Eisen-Legirungen in den Handel, welche 20—50 Proc. Wolfram neben $1^1/_2$—6 Proc. Mangan enthalten. Vgl. a. Dingl. pol. Journ. 184 pag. 430 und Deutsch. Ind.-Ztg. 1874 pag. 198 u. 279, s. Stahl VIII pag. 437. *Gtl.*

Wolframsulfurete, **Wolframsulfide**, s. Wolfram X pag. 791.

Wolframtinte, schwarzviolette Blauholztinte durch Zusatz von wolframsaurem Natron oder Wolframsäure zu einem Blauholzabsude darstellbar. (v. Perger und Wilkinson in Brüssel, s. Wagners Jahrb. d. chem. Technol. XXII pag. 1065.)

Wolframviolett, vgl. violette Wolframbronze b. Wolfram X pag. 791. Denselben Namen führt auch das durch Vermischen von blauem Wolframoxyd mit den als Magentabronze bekannten violetten Kryställchen des triwolframsauren Kaliums hergestellte Violett. *Gtl.*

Wolframweiss, s. b. Wolfram X pag. 790, auch der wolframsaure Baryt ist unter dem Namen Wolframweiss als Farbkörper verwendet worden. *Gtl.*

Wolfsauge, s. m. Mondstein VI pag. 170.

Wolfsbergit, s. m. Kupferantimonglanz V pag. 210.

Wolfsbiss. Mit diesem Wort wird die Wolle vom hinteren Theile der Hinterschenkel der Schafe bezeichnet. *E.*

Wolfskirschenalkaloid, s. m. Atropin I pag. 233.

Wolfstahl. Stahlsorte, die directe aus Erzen in Gefässöfen erblasen ist. *Gtl.*

Wolfszähne, s. Sägen VII pag. 461.

Wolkenachat, s. Achat I pag. 45.

Wollastonit, Tafelspath, Min. Monokline Krystalle, selten frei ausgebildet, meist eingewachsen, in unvollkommenen breit säulenförmigen oder schaligen Individuen oder in schaligen oder radialstengligen oder faserigen Aggregaten. Farblos, meist röthlich-, gelblich- bis graulichweiss, auch licht fleischroth oder isabellfarbig. Glasglänzend, auf Spaltungsflächen oft Perlmutterglanz, durchscheinend. Härte = 4·5—5, spec. Gew. = 2·7—2·9. Ist Calciumsilicat, mit 52·5 Proc.

Kieselsäure und 47·5 Proc. Calciumoxyd. Vork. am Vesuv, in den sog. Auswürflingen der Somma, in Orawitza im Banat, Perhinieni in Finnland, Lengefeld in Sachsen, New-York, Pennsylvanien etc. *Gtl.*

Wollbäume (Bombax), s. Gespinnstfasern III pag. 771.

Wolle *(laine — wool)*. Das Wollhaar des Schafes (*Ovis*), über dessen physikalische Verhältnisse und Structur im Artikel Schafwolle VII pag. 565 das Wesentlichste mitgetheilt wurde, erweist sich in chemischer Beziehung vorherrschend aus Hornsubstanz (Keratin), s. Hornstoff IV pag. 429 bestehend, neben welchem noch mineralische Bestandtheile und wechselnde Mengen von Feuchtigkeit sich als normale Bestandtheile der reinen Wollsubstanz finden.

Der Gehalt an mineralischen Stoffen (Aschenbestandtheilen) ist schwankend und beträgt in der lufttrockenen Wollsubstanz normal etwa 1 Proc., wovon etwa 0·75 in Wasser löslich ist. Die Asche besteht vornehmlich aus phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Magnesia, etwas schwefelsaurem Kalk, Eisenoxyd, Manganoxyd und Kieselsäure. Die Zusammensetzung des Wollkeratins ist im Mittel zahlreicher Analysen 50 Proc. Kohlenstoff, 15—17 Proc. Stickstoff, 7 Proc. Wasserstoff und 2—4 Proc. Schwefel. Der Schwefelgehalt der Wolle ist übrigens nur lose gebunden oder gehört überhaupt einer dem Keratin beigemengten Substanz an, denn es ist möglich, durch länger fortgesetzte vorsichtige Behandlung der Wolle mit schwach alkalischen Lösungen bei gewöhnlicher Temperatur, den Schwefelgehalt derselben erheblich bis auf 0·46 Proc. herabzusetzen, ohne dass die Wolle hiedurch eine bemerkbare Veränderung ihrer Eigenschaften erleiden würde.

Das rohe Wollhaar ist an seiner Oberfläche stets bedeckt von einer eigenthümlichen Incrustation, die theils dem natürlichen Hautsecrete (Wollfett und Salzen) des Thieres angehört, theils von durch Vermittlung dieses an dem Wollhaare anklebenden fremden Stoffen (Staub und Schmutz) gebildet wird. Diese als Wollschweiss bezeichnete Auflagerung auf der rohen Wolle löst sich beim Mazeriren der Wolle mit warmen Wasser zum grössten Theile ab und liefert eine trübe schäumende Flüssigkeit, in der sich die Bestandtheile des Wollschweisses theils gelöst, theils aufgeschlämmt finden. Die Menge des Wollschweisses beträgt dem Gewichte nach 20—80 Proc. des Gesammtfliesses (d. i. die gesammte Wolle von einem Thiere) und die Menge desselben ist um so reichlicher, je feiner die Wolle ist, denn die Güte der Wolle ist erfahrungsgemäss directe abhängig von der Menge des von der Haut abgesonderten Wollschweisses. Der Wollschweiss enthält als wesentliche Bestandtheile die Kaliseifen verschiedener Fettsäuren, namentlich der Oel- und Stearinsäure, wahrscheinlich auch Palmitinsäure und etwas Valeriansäure, ferner ein das eigentliche Wollfett (*suint — yolk*) bildende Gemenge von freiem Cholesterin mit verschiedenen Fettsäureäthern des Cholesterins und Isocholesterins, und anderer Fettalkohole, sowie theilweise auch freien Fettsäuren. Von Säuren sind in demselben enthalten Oelsäure und die genannten höheren Fettsäuren bis herab zur Essigsäure. Die mittlere Zusammensetzung des Wollschweisses schwankt zwischen 58·92 und 61·86 Proc. organischer Substanz, und 38·14 bis 41·08 Proc. Mineralsubstanz.

Was das chemische Verhalten der Wolle anbelangt, so ist Folgendes bemerkenswerth. Aetzende Alkalien greifen die Wollsubstanz stark an, und lösen dieselbe, namentlich in der Wärme rasch, zu einer gelbgefärbten Flüssigkeit unter gleichzeitiger Entwicklung von Ammoniak. Die Lösung wird durch Säuren unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff gefällt und liefert einen gelatinösen Niederschlag, welcher angeblich aus einer albuminartigen Substanz bestehen soll, zugleich bleiben peptonartige Substanzen in Lösung. Erhitzt man Wolle mit sehr concentrirten Aetzlaugen, oder schmilzt man mit ätzenden Alkalien, so entweicht viel Ammoniak und es entstehen die Alkaliverbindungen von Leucin, Tyrosin, Essigsäure, Buttersäure, Valeriansäure neben Schwefelalkalien.

Aehnlich wie Aetzalkalien, aber weit weniger energisch, wirken Aetzbaryt und Aetzkalk. Barytwasser liefert hiebei zunächst eine als Lanugininsäure bezeichnete stickstoffhaltige Säure ($C_{19}H_{30}N_5O_{10}$), bei mehrtägigem Erhitzen auf 160—180° C. verwandelt Barytwasser die Wolle in ein Gemenge von Amidosäuren, Tyrosin, Kohlensäure, Essigsäure und Oxalsäure, zugleich entsteht Pyrrol und Glukoproteïne. Aetzammoniak greift in verdünntem Zustande und in der Kälte die Wolle gar nicht an, dagegen findet bei längerem Kochen oder bei Einwirkung von concentrirtem Ammoniak eine theilweise Einwirkung statt.

Aehnlich wie ätzende Alkalien verhalten sich auch die kohlensauren Alkalien gegen Wolle, nur ist ihre Wirkung eine wesentlich mildere, weniger durchgreifende. Kohlensaures

Ammoniak, Borax und neutrale Seifen greifen dagegen die Wolle kaum merklich an, zumal wenn die Lösungen derselben nicht durch längere Zeit bei höherer Temperatur auf die Wolle einwirken, da die Wolle bei fortgesetztem Kochen auch schon von Wasser angegriffen wird. Thatsächlich wirkt andauerndes Kochen mit Wasser auf die Wolle zunächst in der Art ein, dass das im normalen Zustande glatte und glänzende Schuppenepithel der Wollhaare allmälig rauh und matt wird und der mechanische Zusammenhang gelockert, die Festigkeit der Wollfaser also vermindert wird, indem eine geringe Lösung der Wollsubstanz erfolgt. Bei Einwirkung von Wasser von 200° C. unter Druck erfolgt eine vollständige Lösung der Wollsubstanz.

Gegen Säuren ist die Wolle verhältnissmässig widerstandsfähig, ja es erhöht die Einwirkung von schwachen Säuren, deren Gehalt die Höhe von 7 Proc. nicht übersteigt, bei mässigem Erhitzen geradezu die Festigkeit der Wolle (nach Wiesner bis zu 20 Proc.). Gegenwart von geringen Säuremengen hebt daher auch die nachtheilige Wirkung des Wassers bei Kochhitze auf.

Säuren von mehr als 7 Proc. Säuregehalt und concentrirte Säuren wirken dagegen auf Wolle nachtheilig ein. So zersetzt längeres Kochen der Wolle mit ungenügend verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure die Wolle vollständig, wobei sich Tyrosin, Leucin, Glutaminsäure, Asparaginsäure und Ammoniak neben Schwefelwasserstoff bilden. Conc. Schwefelsäure macht die Wolle schon in der Kälte aufquellen und löst sie dann zu einer braunen gelatinösen Masse auf, die endlich völlig flüssig wird. Conc. Salzsäure bewirkt zunächst schon in der Kälte eine Blau- bis Violettfärbung, wie sie für Albuminsubstanzen an sich charakteristisch ist, macht sie weiters gleichfalls aufquellen und zerstört endlich vollständig. Gasförmige Salzsäure wird von Wolle lebhaft absorbirt und die Wolle gleichzeitig zerstört. Stärkere Salpetersäure färbt die Wolle durch Bildung von sog. Xanthoproteïnsäure gelb und macht sie zugleich härter und spröde. Sehr conc. Salpetersäure wirkt quellend und lösend, und zerstört endlich unter heftiger Reaction vollständig. Conc. Essigsäure macht die Wolle anfangs aufquellen und bewirkt endlich gleichfalls eine vollständige Zerstörung der Wollfaser.

Dieses Verhalten der Wolle gegen Alkalien einerseits und gegen schwache Säuren anderseits gibt die Mittel, um in gemischten Geweben die Wollfaser von der Pflanzenfaser zu trennen und zu bestimmen. Da die letzteren von Alkalien nicht angegriffen werden, wohl aber von Säuren bei längerem Kochen zerstört und gelöst werden, so lässt sich durch fortgesetzte Behandlung eines gewogenen Gewebsstückes mit Alkalilauge die Wolle vollständig auflösen und durch Wägung des ungelösten Rückstandes der Gehalt an Pflanzenfaser bestimmen, während man umgekehrt durch fortgesetztes Kochen eines gewogenen Stückes solchen gemischten Gewebes mit verdünnter Schwefelsäure die Pflanzenfaser vollständig zerstören und durch Wägung des gewaschenen und getrockneten Rückstandes den Gehalt an Wolle bestimmen kann. Andererseits gründet sich auf das Verhalten der Wolle gegen verdünnte Säuren das unter dem Namen Carbonisation bekannte Verfahren der Reinigung von Rohwolle von beigemengten Pflanzenfasern, und die Gewinnung der Shoddywolle. (Vgl. Streichgarnspinnerei VIII pag 598 u. 627.)

Chlorgas wird von Wolle lebhaft absorbirt, die bis 33 Proc. ihres Gewichtes an Chlor aufnimmt. Die Faser wird hiebei gleichzeitig vollkommen verändert, endlich gänzlich zerstört. Behandelt man Wolle mit einer wässerigen Lösung von Chlor, so entzieht sie derselben alles Chlor und erleidet, wenn die Lösung genügend verdünnt war, zunächst in ihrem Aussehen keine merkliche Veränderung. Eine starke chlorhaltige Lösung bewirkt eine Gelbfärbung der Wolle. Die gechlorte Wolle, welche das Chlor chemisch gebunden hält, gleicht in ihren Eigenschaften vielfach der Seide. Sie hat einen erhöhten Glanz, ist hart und knirscht beim Zusammendrücken wie Seide, dagegen hat sie die Krimpfkraft (die Fähigkeit zu filzen) vollkommen verloren und löst sich in Ammoniak leicht unter Stickstoffentwicklung auf. Bemerkenswerth ist auch das Verhalten gegen Farbstofflösungen, denen gegenüber sich gechlorte Wolle wie Seide verhält. Man macht daher von dieser Einwirkung des Chlors auf Wolle vielfach Gebrauch für Zwecke der Wolldruckerei, indem man dieselbe durch Einwirkung von schwachen Chlorkalklösungen und nachherige Behandlung mit verdünnter Salzsäure oberflächlich chlort und hierauf die Farbstoffe einwirken lässt.

Das besprochene Verhalten der Wolle gegen Chlor lässt es begreiflich erscheinen, dass man Wollengewebe oder selbst auch nur halbwollene Gewebe dem für Pflanzenfasergewebe üblichen Bleichverfahren mit Chlor oder Chlorkalk und Salzsäure nicht unterwerfen kann, ohne gleichzeitig die im Gefolge der Bildung von gechlorter Wolle stehende Veränderung derselben herbeizuführen. Als Bleichmittel für Wolle verwendet man daher entweder schweflige Säure oder Wasserstoffsuperoxyd.

Wichtig ist ferner das Verhalten der Wolle gegen verschiedene Salzlösungen. Gegen gewisse Salze z. B. Chlornatrium verhält sich die Wolle abstossend, d. h. sie nimmt aus einer Chlornatriumlösung lediglich Wasser auf, so dass der Gehalt an Chlornatrium in der Lösung sich erhöht. Dagegen werden die meisten anderen Salze, sowie auch Oxydhydrate von der Wolle aufgenommen und festgehalten, so dass selbst langes Waschen dieselben der Wolle nicht entzieht. Manche Salze werden durch Wolle directe zersetzt, so dass die Wolle aus Lösungen solcher unter Umständen mehr von der Basis oder der Säure aufnimmt. So nimmt Wolle aus einer Lösung von Weinstein freie Weinsäure auf, während neutrales, weinsaures Kali in Lösung bleibt. Aus einer Alaunlösung absorbirt Wolle je nach Umständen Thonerde oder Schwefelsäure. So nimmt Wolle aus einer sehr verdünnten Alaunlösung Thon-

erde auf, während ein saueres Kaliumsalz in Lösung bleibt, wogegen sie aus einer concentrirteren Alaunlösung Schwefelsäure absorbirt und basischen Alaun hinterlässt. Aehnlich verhält sich Wolle gegen Chrom-, Eisen-, Zinn- und Kupfersalze.

Auf dieses Verhalten der Wolle gründet sich die in Wollfärberei wichtige Operation des Ansiedens der Wolle.

Erhitzt man Wolle auf höhere Temperatur, so schwillt sie anfangs an, und zersetzt sich beim weiteren Erhitzen unter Entwicklung eines specifischen an verbrauntes Horn erinnernden Geruches, wobei sie eine voluminöse, schwerverbrennbare Kohle hinterlässt, die endlich unter Hinterlassung von Asche verbrennt.

Der der Wolle anhaftende Wollschweiss muss vor der weiteren Verarbeitung der Wolle entfernt werden. Es geschieht dies durch das Waschen der Wolle, das z. Thl. schon auf dem Körper des Thieres, z. Thl. erst nach der Schur erfolgt. Das Waschen der Wolle auf dem Körper des Thieres (die Rückenwäsche) wird nach verschiedenen Methoden vorgenommen und ist entweder eine einfache Schwemmwäsche, wenn dieselbe in Teichen oder Flüssen, oder eine Sturz- oder Spritzen-Wäsche, wenn sie durch herabfliessendes oder aufgespritztes Wasser oder endlich eine Kunstwäsche, wenn sie durch Einstellen der Thiere in mit warmen Wasser gefüllte Bottiche, eventuell unter Anwendung passender Entfettungsmittel erfolgt.

Im Allgemeinen darf aber die Rückenwäsche nur so weit getrieben werden, dass die Hauptmasse der der Wolle anhaftenden Unreinigkeiten, soweit sie in Wasser löslich sind, entfernt werden, während das Fett des Wollschweisses, das zum Zusammenhalten des Vliesses und zum Schutze der Wolle unbedingt erforderlich ist, bis zum Vorspinnen der Wolle erhalten bleiben soll.

Die geschorene und sortirte Wolle wird weiters der Fabrikswäsche unterworfen. Diese letztere ist, je nachdem die Wolle vor der Schur schon eine Rückenwäsche durchgemacht hat oder nicht, entweder lediglich eine Reinwäsche (eigentliche Fabrikswäsche) oder es geht dieser, bei Wollen, welche noch mit dem gesammten Schweisse beladen sind, eine Extraction mit Wasser — die Vorwäsche — voraus, welche zur Gewinnung der Kalisalze des Wollschweisses ausgeführt wird.

Die Vorwäsche erfolgt in stehenden mit Siebboden und Ablasshahn versehenen Cylindern unter Anwendung von lauwarmen Wasser, wobei man gewöhnlich eine dreimalige Erneuerung des Waschwassers vornimmt und hiebei zweckmässig systematisch vorgeht, so dass das zur Auslaugung einer Cylinderfüllung verwendete Wasser successive zur Auslaugung von weiteren Cylinderfüllungen benützt wird, bis dasselbe vollständig mit Wollschweiss angereichert ist. Hiebei resultirt eine gelbbraune Brühe, welche die Hauptmenge der löslichen Kalisalze des Wollschweisses und die mechanisch abgespülten Verunreinigungen enthält und gewöhnlich directe auf Potasche verarbeitet wird.

Die so vorgewaschene Wolle, ebenso wie die schon am Rücken des Thieres der Wäsche unterzogene Wolle wird nun erst der eigentlichen Fabrikswäsche unterworfen, deren Zweck die Entfernung der in Wasser unlöslichen Antheile des Wollschweisses, mit Hilfe von geeigneten Entfettungsmitteln, vornehmlich Seife, ist. Ueber diese Arbeit, welche in das Einweichen, die eigentliche Wäsche und das Ausspülen zerfällt, die gegenwärtig meist in ein und derselben Maschine (Leviathan) ausgeführt zu werden pflegen, geben die Artikel Kammgarnspinnerei IV pag. 620 und Streichgarnspinnerei VIII pag. 595 näheren Aufschluss.

Die Verarbeitung der von der Vorwäsche resultirenden Brühen auf Potasche erfolgt gemeiniglich in der Art, dass die in Reservoirs durch einige Zeit der Ruhe überlassenen Brühen, nach der hiebei erfolgenden Ablagerung der Hauptmenge mechanisch beigemengten Schmutzes, verdampft und endlich verkohlt bez. verascht werden. Es geschieht dies entweder directe in Flammöfen oder es wird durch Abdampfen der Brühe in Pfannen mittels Dampf, zunächst eine Concentration derselben bis zur Syrupconsistenz vorgenommen und die concentrirte Masse hierauf in Flammöfen gebracht, wo sie alsbald Feuer fängt und unter leichtem

Schäumen endlich verkohlt. Die so resultirende Kohle wird nun herausgekrückt und in Haufen oder ausgemauerten Gruben dem Nachglühen überlassen, wobei sie allmälig vollkommen verascht und eine zusammengesinterte Aschenmasse hinterlässt, welche als Wollschweisspotasche bezeichnet wird und das Rohmateriale für die Herstellung reiner Potasche liefert. Man erhält so von 100 Kilo Wolle 6—8 Kilo Potasche. Der Gehalt der Wollschweisspotasche an kohlensaurem Kalium beträgt 80—82 Proc.

Die von der Fabrikswäsche aus dem Leviathan resultirenden Wollwaschwässer sind wesentlich eine Emulsion des Wollfettes in dem zum Waschen verwendeten Seifenwasser und enthalten ausser den Bestandtheilen der verwendeten Seife und des Wollfettes, freies Alkali und mechanisch beigemengten Schmutz. Zur Verarbeitung dieser Wässer werden dieselben zunächst einer Klärung in Klärkufen unterworfen, um die specifisch schwersten Verunreinigungen abzuscheiden und sodann behufs der Gewinnung des Fettes entweder directe mit Schwefelsäure zersetzt oder einer Fällung mit Chlorcalcium und Kalk unterworfen und der Schlamm der abgeschiedenen Kalkseifen mittels Salzsäure zersetzt.

Für das Schwefelsäureverfahren wird die geklärte jedoch stets noch milchig trübe Flüssigkeit in Zersetzungsbottiche von circa 7 m^3 Inhalt abgelassen, mit Schwefelsäure von 50—60° B. bis zur vollständigen Fällung versetzt, wofür etwa 1·5—3·2 Liter pro Cub.-Meter genügen und hierauf mit directem Dampf auf etwa 65—67° C. erwärmt, wobei sich das Fett als körnige braune Masse an der Oberfläche sammelt. Dieses wird durch Ablassen der Brühe von dieser getrennt, abtropfen gelassen und hierauf zuerst kalt und endlich, nachdem das anhaftende Wasser entfernt ist, zwischen geheizten Platten warm gepresst. Das abgepresste Fett wird sodann durch nochmaliges Aufkochen mit Schwefelsäure gereinigt und endlich durch indirecte Dampfheizung getrocknet.

Bei dem Fällungsverfahren werden die Waschwässer mit der zur Fällung erforderlichen Menge an Chlorcalcium unter Zusatz von etwas Kalkmilch versetzt, mässig erwärmt und der abgeschiedene Niederschlag nach dem Absetzen in Filterpressen abgepresst. Er wird hierauf in Wasser vertheilt, in der Wärme mit der zur Zersetzung erforderlichen Salzsäuremenge zersetzt und das abgeschiedene Fett nach dem Waschen mit Wasser in derselben Weise behandelt, wie der bei dem Schwefelsäureverfahren resultirende. Die bei der Zersetzung resultirende Chlorcalciumlösung wird zur Fällung neuer Mengen von Waschwasser verwendet. Das so gewonnene Wollfett wird entweder directe für Zwecke der Seifenfabrication verwendet oder nach dem Patente von Violette, Buisine und Vinchon (D. R. P. Nr. 32015) durch Erhitzung mit Natronhydrat auf 250—300° C. und nachfolgende Destillation mit überhitztem Wasserdampf in ein festes, für Zwecke der Kerzenfabrication taugliches und ein flüssiges Fett (Olein für Seifenfabrication) gespalten. Andererseits dient das Wollfett auch als Rohmateriale für die Herstellung des von Liebreich (D. R. P. Nr. 22516) bereiteten Lanolin's, welches namentlich für Zwecke der Heilkunde und für kosmetische Zwecke mehr und mehr Eingang findet.

Die bei der Wollfettgewinnung fallenden Presslinge, welche neben allerhand Schmutz, Sand u. dgl. noch einen Rest an Fett und Cholesterin enthalten, finden als Materiale zur Erzeugung von Leuchtgas Verwendung.

Die bei der Wollfettgewinnung abgehenden Flüssigkeiten, welche noch einen Rest von Kalisalzen, ferner Natronsalze und stickstoffhaltige organische Substanzen enthalten, dürfen nicht in öffentliche Gewässer, namentlich nicht in kleinere Flussläufe abgelassen werden, da sie dieselben hochgradig verunreinigen. Man kann dieselben entweder verdampfen und die eingedampfte Masse zu Dungzwecken verwenden oder man unterwirft sie einer Reinigung durch Fällen mit Eisenvitriol und Aetzkalk und Sammeln des abgeschiedenen Niederschlages in Klärbassins, während das aus diesen abfliessende klare Wasser zur Ableitung gebracht wird.

Ueber die Wollschweisspotasche vgl. a. Kalium IV pag. 599. *Gtl.*

Wollfärberei, s. b. Zeugdruckerei und Färberei.

Wollfett *(suint — folk)*. Das aus den Seifenwässern der Wollwäschereien gewinnbare Fett, das wesentlich ein Gemenge der Fettsäuren der Seife mit den der Wolle selbst entstammenden Fettsäuren und Cholesterin ist und sowohl für Zwecke der Fettindustrie (Seifenfabrication) als auch als Schmiermateriale und endlich für Zwecke der Leuchtgasfabrication (Fettgas) Verwendung findet.

Für die Gewinnung des Wollfettes sind vornehmlich zwei Verfahrungsarten in Anwendung. Die ältere, das sog. Schwefelsäureverfahren besteht darin, dass die aufgefangenen Seifen- bez. Waschwässer mit Schwefelsäure angesäuert und bis auf 65—67° C. erwärmt werden. Die hiedurch abgeschiedenen Fettsäuren sammeln sich gemengt mit den nicht schon durch Sedimentation entfernten mechanischen Verunreinigungen der Wollwaschwässer als körnigbraune Masse an der Oberfläche ab. Der so erhaltene, von dem Wasser getrennte Fettschlamm wird in Hanftücher eingeschlagen, in Plattenpressen zunächst kalt, schliesslich warm gepresst. Hiebei resultirt eine flüchtige Fettmasse, welche behufs ihrer Reinigung mit 2—3 Proc. Schwefelsäure von 66° B. und mit $^1/_4$—$^1/_2$ ihres Volumens Wasser versetzt und durch directen Dampf etwa eine Stunde lang gekocht wird, worauf die so gereinigte Fettmasse nach dem Absetzen der trüben schleimigen Flüssigkeit wiederholt mit Wasser unter gelindem Aufkochen gewaschen und so von der anhängenden Säure befreit wird. Nicht selten bleicht man das so von der grössten Menge der Verunreinigungen befreite Wollfett noch durch Behandeln mit einem Chromsäure-Schwefelsäuregemisch (1 Thl. chroms. Kali, 3 Thl. Schwefelsäure von 66° B.), indem man die vorher etwas angewärmte Fettmasse mit der erforderlichen Menge Schwefelsäure, die man vorher mit ihrem vierfachen Gewichte Wasser verdünnt hat, innig mengt und hierauf in kleinen Portionen das in seinem dreifachen Gewichte heissen Wassers gelöste chromsaure Kalium zusetzt. Die ganze Operation nimmt etwa $^1/_2$ Stunde in Anspruch und darf die Temperatur während derselben nicht über 56° C. steigen. Die so gebleichte Fettmasse wird nach längerer Ruhe durch wiederholtes Waschen mit Wasser von der anhängenden Salzlösung befreit und endlich durch Erwärmen in einem mit Dampf heizbaren Kessel völlig entwässert. Durch sehr langsames Abkühlen der geschmolzenen Fettmasse, die man zu diesem Zwecke auf 75° C. erhitzt hat, lässt sich das Wollfett in einen flüssigen und einen festen Antheil trennen, der durch kaltes Pressen von dem flüssigen Antheile (Wollfetthran) geschieden wird. Die Pressrückstände des rohen Fettschlammes können vortheilhaft zur Leuchtgasfabrication verwendet werden. Man soll nach diesem Verfahren aus 3·5 Cub.-M. Wollwaschwässern im Mittel 200 Kilo Fettschlamm erhalten, der beim Abpressen ca. 100 Kilo ungeläuterten Fettes liefert, aus welchem man endlich circa 50 Kilo raffinirtes Wollfett erhält. Der Verbrauch an Schwefelsäure beträgt pro 1 Cub.-M. Wollwaschwasser circa 3·5—4 Kilo von 66° B.

Eine andere wesentlich rationellere Methode der Wollfettgewinnung (Vohl's Methode) besteht darin dass man die Seifenwässer mit Chlorcalciumlauge fällt, die gebildeten unlöslichen Kalkseifen absetzen lässt und abpresst und die Pressrückstände endlich mit Salzsäure zersetzt, wobei sich die Fettsäuren abscheiden, während wieder Chlorcalcium resultirt, das man zur Füllung neuer Mengen von Waschwässern verwenden kann. (Vgl. Dingl. pol. Journ. 195 pag. 173.) *Gtl.*

Wollgarn, s. Garn, III pag. 688.

Wollgras, s. Gespinnstfaser III pag. 771.

Wollgrund, Velur. Der Grund oder ein Theil des Musters bei Tapeten, welcher mit festgeklebten äusserst kurzen Wollhärchen bedeckt (velutirt) ist. *E.*

Wollkämme *(peignes — combs, wool-combs)*, s. Kammgarnspinnerei IV pag. 624.

Wollkämmmaschinen *(peigneuse — combing machine)*, s. Kammgarnspinnerei IV pag. 625.

Wollmesser, Eriometer, s. Schafwolle VII pag. 568.

Wollschweiss, s. b. Wolle.

Wollwäsche, Wollwaschen, Wollwaschmaschinen, s. Kammgarnspinnerei IV pag. 621 und Streichgarnspinnerei VIII pag. 595.

Wongsky (Wongschy, Hoang-tschy), s. m. Gelbschoten chinesische III pag. 737.

Woodbury's Druckverfahren. Photographisches Druckverfahren, durch Abformen eines guten Pigmentdruckes, der mit Alaun gegerbt und getrocknet, dann

mit Seifenwasser gewaschen wird, in Gyps, und Drucken mit der stearinisirten Gypsform. Näheres s. photog. Mitth. v. Vogel 16 pag. 144. *Gtl.*

Woodoil. Ostasiatisches fettes Oel von *Aleurites* (*Eläeococca*) *cordata*, einer in Japan wild wachsenden Pflanze. Die Samen liefern beim kalten Pressen bis 35 Proc. eines fast farblosen, geruch- und geschmaklosen Oeles, das sich durch seine besondere Trocknungsfähigkeit auszeichnet. Es hat das spec. Gew. 0·940, verseift rasch und erfordert eine Kalimenge von 211 : 1000. Eine durch warmes Pressen der Samen gewonnene braun gefärbte Sorte findet namentlich in China und Japan vielfach Verwendung zum Firnissen des Holzes, zum Kalfatern der Schiffe, dann aber auch als Heil- und Verbandmittel bei Geschwüren u. s. w.

Unter dem Namen Woodoil ist übrigens auch der Gurgunbalsam (s. d. b. Balsame I pag. 282) in den Handel gekommen. *Gtl.*

Wood's Metall, s. b. Cadmium II pag. 190, s. a. Wismuth pag. 780.

Woodnaphta, s. m. roher Holzgeist, s. d. IV pag. 391.

Woorare, s. m. Curare oder Urali, s. Pfeilgifte VI pag. 636.

Wootz, Wootzstahl, indischer Guss-Stahl. Von den Eingeborenen durch Verschmelzen von zerkleinertem Eisen in ganz kleinen Oefen und Tiegeln hergestellter Gussstahl, der an Härte und Zähigkeit alle europäischen Stahlsorten übertrifft, s. Eisenerzeugung III pag. 43. *Gtl.*

Wothly'sches Salz, s. m. mit salpetersaures Uranoxyd, welches für Zwecke der Photographie (Wothlytypie) verwendet wird, indem Stärke- oder Collodionpapier mit der Lösung des Uransalzes präparirt und dann unter dem Negative belichtet wird, worauf es im Goldbade getont wird, s. Photographie VI pag. 707. *Gtl.*

Wothlytypie, s. b. Wothly'sches Salz.

Woulff's Flasche. Woulff'sche Flasche wird eine in chemischen Laboratorien häufig, speciell für die Waschung oder Absorption von Gasen verwendete dreihalsige Flasche genannt, deren ein Hals gewöhnlich zur Aufnahme des Gaszuleitungs-, der zweite zur Aufnahme des Gasableitungsrohres, der dritte endlich zur Einsetzung eines längeren, bis auf den Boden der Flasche reichenden, beiderseits offenen Glasrohres dient, welches als Sicherheitsrohr in dem Sinne fungirt, dass bei plötzlich auftretenden Druckschwankungen in der Flasche ein Ausgleich, sei es durch den Auftrieb der Flüssigkeit im Sicherheitsrohre, sei es durch Ansaugung von Luft von Aussen ermöglicht wird.

Man benützt solche Flaschen, indem man sie mit der geeigneten Absorptions-Flüssigkeit, oder mit Wasser bis zur Hälfte füllt, und indem man somit die Gaszuleitungsröhre, die bis an den Boden der Flasche geführt ist, unter der Flüssigkeit münden lässt, während die Gasableitungsröhre unmittellbar unter dem Halse mündet, leitet man das zu waschende Gas ein. Gegenwärtig bedient man sich gewöhnlich an Stelle solcher Flaschen, einhalsiger Waschflaschen, welche mit einem doppelt oder dreifach durchbohrtem Pfropf verschlossen werden, durch dessen Bohrungen dann die einzelnen Röhren eingeführt werden. *Gtl.*

Wrightin, Conessin. Alkaloid aus den Samen und der Rinde von *Wrightia antidysenterica* (Conessi-Rinde) einer in Indien und auf Ceylon einheimischen Pflanze. Lässt sich den Samen durch Alkohol entziehen und bildet ein amorphes, in Alkohol und heissem Waser leicht lössliches, in Aether unlösliches weisses Pulver, das mit Säuren amorphe Salze liefert. Seine Zusammensetzung soll der Formel $C_{26}H_{42}N_2O$ entsprechenn (vgl. Stenhouse, Jahrber. für Chem. 1864 pag. 456 und Haines ebendas. 1865 pag. 460.) *Gtl.*

Wringemaschine (*wringing machine*), Ausringmaschine, Auswindmaschine wird meistens in der Form ausgeführt, dass elastische, rotirende Walzen das Auspressen eines Theiles des an Stoffen anhaftenden Wassers dadurch besorgen,

dass der Zeug zwischen den Walzen, deren obere durch Federn oder Gewichte gegen die untere gepresst wird, hindurchgeht. Vergl. Trocknen IX pag. 637. *E.*

Wringen (*tordre — wringing*), Ausringen, Auswinden, bezeichnet jenes Zusammendrehen nasser Gewebe, durch welches dieselben von einem Theile der anhängenden Flüssigkeit befreit werden. *E.*

Würfeleisen wird das in würfelförmige Formen abgestochene Roheisen genannt.

Würfelerz, s. m. Pharmakosiderit VI pag. 641.

Würfelkapitäl (*chapiteau-cubique — cubical-capital*), ein Säulenkapitäl, welches charakteristisch für den romanischen Styl ist. Die Hauptform entspricht einem Würfel, nach unten zu abgerundet, u. zw. von den Kanten aus. Siehe Art. Styl VIII pag. 659. *Grhm.*

Würfelsalpeter, s. m. Natronsalpeter, s. b. Natrium VI pag. 269.

Würfelzeolith, s. m. Chabasit, s. d. II pag. 302.

Würgelapparat (*frotteur, frottoir*), s. Streichgarnspinnerei VIII pag. 614.

Würgelmaschine (*rota-frotteur*), ist eine veraltete Baumwoll-Vorspinn-Maschine mit Würgelvorrichtung. *E.*

Würgelstrecke, s. Seidenspinnerei VIII pag. 153.

Würtel, s. Wirtel.

Würzburger Grün, s. m. Schweinfurter Grün, s. Kupfer V pag. 203.

Würze, Bierwürze, s. Bier I pag. 482.

Wüstensalz, s. m. Steppen- oder Erdensalz, s. b. Steinsalz VIII pag. 472.

Wulfenit, Gelbbleierz. Min., tetragonale, theils tafelförmige, theils kurzsäulenförmige, mitunter auch hemimorphe Krystalle, meist in Drusen gehäuft. Farblos jedoch häufiger gelblichgrau, wachsgelb, honig- oder pomeranzengelb, fettglänzend oder Diamantglanz, durchscheinend bis durchsichtig. Härte = 3, spec. Gew. = 6·3 bis 6·9. Ist molybdänsaures Bleioxyd, mit 61·5 Proc. Bleioxyd und 38·5 Proc. Molybdänsäure. Vork. Bleiberg, Windischkappel, Berggiesshübel, dann Badenweiler, Rezbanya, endlich Zacatecas in Mexico. *Gtl.*

Wulst, Gesimsprofil nach dem Viertelkreis. *Grhm.*

Wulstmaschine, s. Blechbearbeitung I pag. 549.

Wurfgitter, ein Drahtnetz in einem Holzrahmen eingespannt, um Sand bis zu einer bestimmten Korngrösse (mehr oder weniger fein zu Bauzwecken) von gröberen Theilen abzusondern. Der Rahmen wird schräg aufgestellt, indem derselbe durch eine Strebe gestützt wird. *Grhm.*

Wurfmaschine, s. Feuerwaffen III pag. 440.

Wurfprobe, s. Eisen II pag. 775.

Wurmfarrnwurzel, Farrenkrautwurzel, s. m. Filixwurzel III pag. 484.

Wurmrinde, s. m. Granatwurzelrinde IV pag. 152. Den Namen Wurmrinde führen übrigens auch die Rinden von *Geoffroya inermis Sw.* und von *Andira retusa Kth.*, deren erstere als jamaicanische Wurmrinde (Cabbagi-Rinde), die letztere als surinam'sche Wurmrinde in den Handel gebracht wurden. *Gtl.*

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Verlag von A. Haase, Prag,

vormals Gottlieb Haase Söhne.

Durch jede Buchhandlung zu beziehen:

Poetische Werke

von

Karl Egon R. v. Ebert.

7 Bände 8. geh. Preis 10 fl. ö. W. = 20 Mark.

INHALT:

Band 1: Lyrische, satyrische und vermischte Gedichte.
» 2: Balladen. Romanzen. Legenden. Kleinere poetische Erzählungen. Scenen.
» 3: Wlasta. Böhmisch-nationales Heldengedicht.
» 4: Poetische Erzählungen: Das Kloster. — Eine Magyarenfrau. — Wald und Liebe.
» 5: Fromme Gedanken eines weltlichen Mannes. Denkmal für Karl Egon Fürsten zu Fürstenberg. — Zeitgedichte.
» 6: Dramen: Bretislaw und Jutta. — Der Frauen Liebe und Hass.
» 7: Dramen: Brunoy. — Ein Gelübde.

Ausführliche Prospecte sind in allen Buchhandlungen zu haben.

Der Verlag von A. Haase, Prag,

empfiehlt:

Klutschaks Führer durch Prag und Umgebung.

Neu bearbeitet und ergänzt von **Hermann Katz.**

Dreizehnte Auflage.

Mit einem neuen Situationsplane von Prag und Umgebung, einer Ansicht des Hradschins von Nordosten, einer Abbildung des neuen deutschen Theaters und den Plänen des deutschen Landestheaters, des čechischen Nationaltheaters und des Concertsaales im Rudolfinum.

Preis gebunden in rother Leinwand fl. 1.40 = M. 2.80.

In unten stehendem Verlage erschien und ist durch jede Buchhandlung zu beziehen:

Neues Taschenwörterbuch

der

böhmischen u. deutschen Sprache

nach Jungmann, Šumavský und Anderen

von

J. RANK

I. Böhmisch-deutscher Theil.

Prag, 1887. Fünfte vermehrte und verbesserte Auflage. Mit einem Anhang:

Kurze Uebersicht

der böhm. Sprachlehre und Rechtschreibung

16. geh. 4 fl. = 8 Mark.

Dieses beliebte Wörterbuch erscheint in ganz neuer Bearbeitung, bereichert durch eine Anzahl von Wörtern und Ausdrücken, die in letzter Zeit sowohl in der böhmischen wie in der deutschen Literatur sich verbreiteten. Als Anhang wurde dieser Ausgabe eine kurze tabellarische Uebersicht der böhmischen Grammatik und Rechtschreibung beigefügt, welche in jeder Beziehung willkommen sein wird. Ueberhaupt wurde bei der Bearbeitung des Wörterbuches Alles aufgeboten, um ein gediegenes, vollständiges Werk vorzulegen.

Früher erschien desselben Werkes

II. Deutsch-böhmischer Theil.

Prag, 1885. 4. Auflage. 16. geh. 4 fl. = 8 Mark.

Ferner:

RANK,

kleines Taschenwörterbuch

der böhm. u. deutschen Sprache

I. Theil: **Böhmisch-deutsch.** Prag, 1882. 2. v. u. v. Auflage.

II. Theil: **Deutsch-böhmisch.** Prag, 1883. 2. v. u. v. Auflage.

à 1 fl. 50 kr. pr. Theil.

Der Anhang ist auch apart erschienen unter dem Titel:

Kurze Uebersicht

der böhm. Sprachlehre und Rechtschreibung

von J. RANK.

1 Bogen. 16. brosch. 10 kr. = 20 Pfg.

Verlag von A. Haase, Prag.

K. k. Hofbuchdruckerei A. Haase, Prag.

München

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Karmarsch, Carl

Karmarsch und Heeren's Technisches Wörterbuch

Bd.: 10

1889

Techn. 118 tp-10
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11323092-7